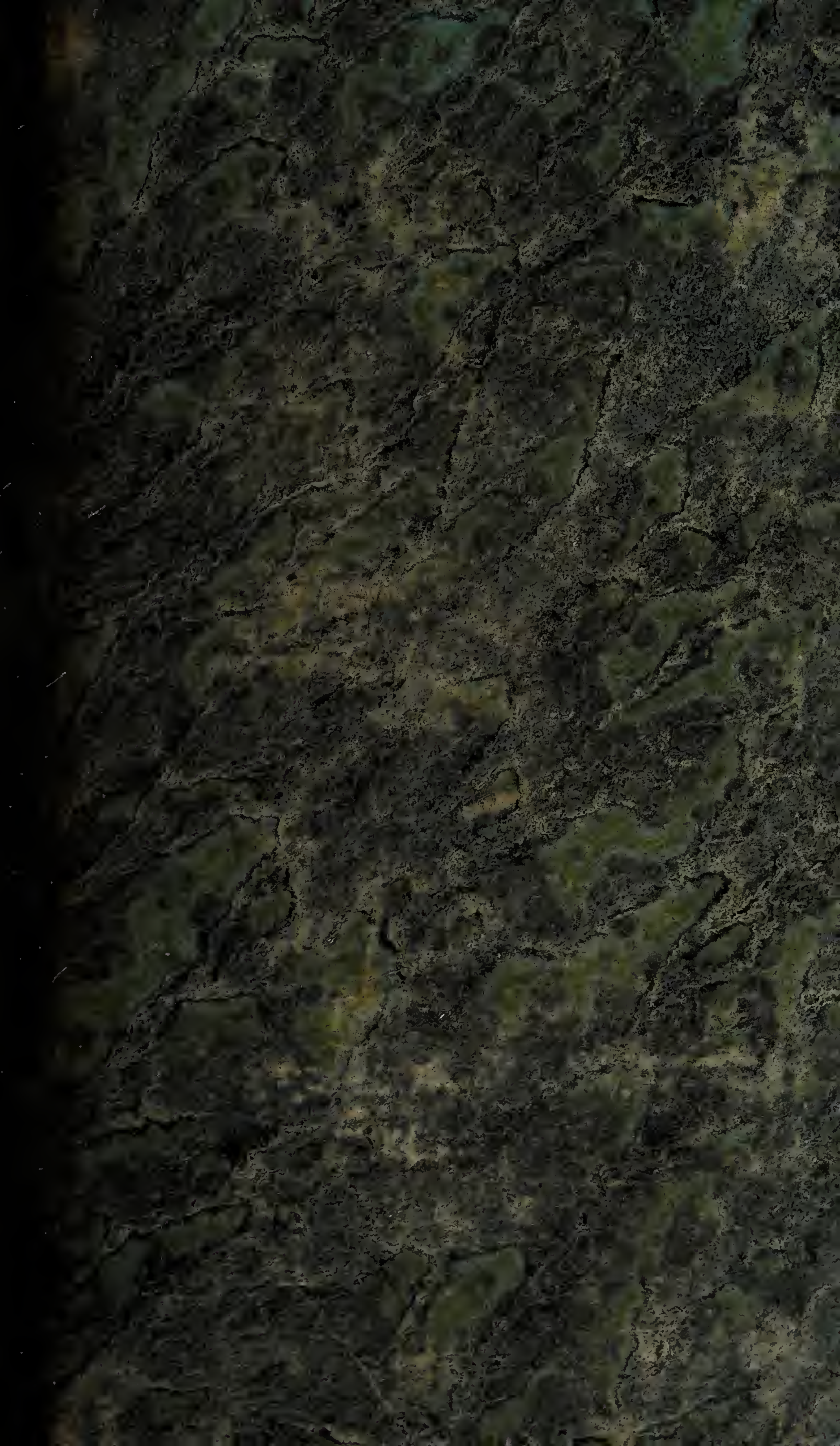



Vitam impendere Vero
Ex libris O. Borelli
LIT. BOLLA
ROMA

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME VIII.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME HUITIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, rue de Sorbonne, n° 3, près celle des Mathurins.

1818.

DE L'IMPRIMERIE DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

RECHERCHES

Sur les Causes qui peuvent faire varier les formes cristallines d'une même substance minérale.

Par F. S. Beudant.

(Extrait.)

On sait qu'une même substance minérale est susceptible de se présenter sous des formes cristallines plus ou moins variées, et souvent même très-éloignées en apparence les unes des autres.

La chaux carbonatée, par exemple, offre en général trois sortes de formes dominantes, très-distinctes; des rhomboèdres, des dodécaèdres symétriques bipyramidaux et des prismes hexaèdres réguliers : mais chacun de ces genres de forme présente en outre plusieurs variétés différentes ; il y a des rhomboèdres et des dodécaèdres très-aigus, d'autres très-surbaissés et plusieurs intermé-

diaires entre ces deux extrêmes. Il y a plus encore, toutes ces formes simples se combinent entre elles de différentes manières, deux à deux, trois à trois, etc., et il en résulte un nombre presque effrayant de cristaux divers plus ou moins compliqués.

Malgré cette diversité de cristallisation, il existe entre les différentes formes qu'une même espèce de corps est susceptible d'affecter, des relations constantes que M. Haüy est parvenu à établir rigoureusement par des considérations physiques et géométriques fort simples.

On sait que M. Haüy a été conduit, par suite de la division régulière dont quelques cristaux sont susceptibles, à imaginer, dans chaque espèce, une *forme fondamentale* ou *primitive*, de laquelle il fait dériver toutes les autres formes de la même substance par des lames de superposition qui décroissent régulièrement suivant différens modes et d'après certaines lois. Il a ainsi établi géométriquement les relations des diverses formes entre elles et avec la forme fondamentale; déterminé les angles sous lesquels les diverses facettes d'un cristal se rencontrent, et enfin, découvert plusieurs propriétés géométriques qu'on n'avait pas même soupçonnées dans ces polyèdres naturels.

Mais quelque satisfaisante que soit cette théorie de structure pour nous faire concevoir comment des formes en apparence si étrangères les unes aux autres peuvent se rencontrer dans la même substance, il n'en reste pas moins un voile épais sur les causes qui déterminent tel corps à affecter en cristallisant, tantôt le cube, tantôt l'octaèdre, tantôt le dodécaèdre, ou le trapézoèdre, etc.; ou enfin, des formes plus ou moins compliquées qui par-

ticipent à-la-fois de plusieurs de ces solides simples. La détermination des causes qui provoquent ces variations est un des problêmes les plus importans de la philosophie minéralogique ; mais c'est aussi un de ceux dont on s'est le moins occupé, et qui laissent dans la science la lacune la plus complète.

D'après ces réflexions, je me suis proposé de résoudre la question suivante :

Quelles sont les causes qui sollicitent une même substance minérale à affecter des formes cristallines si variées ; et pourquoi, dans un cas, tel corps affecte-t-il une certaine forme plutôt que telle ou telle autre, parmi celles qu'il est susceptible de prendre ?

On conçoit que pour résoudre cette question, je devais commencer par recueillir les différens faits qui pouvaient nous être fournis par la nature ; mais malheureusement je n'ai pu me procurer qu'un petit nombre de données assez vagues, parmi lesquelles cependant il en est quelques-unes auxquelles, d'après diverses observations, j'ai cru pouvoir accorder un assez grand degré de généralité ; mais il est possible qu'elles n'en aient pas encore autant que j'ai pu le croire, et en les rapportant ici, je suis persuadé qu'il en est probablement plusieurs qui pourront souffrir des exceptions notables, et que tous les faits ont au moins besoin d'être appuyés par des observations exactes sur la nature même.

Les diverses formes cristallines d'une même substance ne paraissent pas se montrer indistinctement par-tout et être jetées comme au hasard dans la nature. On remarque, au contraire, assez fréquemment que des formes cristallines sont différentes lorsqu'elles se trouvent dans

des associations et des gisemens qui n'ont entre eux aucun rapport, et réciproquement qu'elles sont semblables dans des gisemens et des circonstances analogues.

Ainsi, *dans la chaux carbonatée*, *les cristaux en prisme hexaèdre régulier* nous viennent de quelques mines du Hartz, où ils se trouvent dans des filons qui traversent des schistes argileux, et où ils sont accompagnés *d'argent antimonié sulfuré*, *d'antimoine sulfuré*, *d'arsenic natif*, *d'harmotome*, *etc.* Les *variétés* que M. Haüy a nommées *métastique* et *bisalterne* (modifiées souvent par le rhomboèdre inverse) nous viennent en grande partie du Derbyshire, où elles se trouvent dans des filons qui traversent un calcaire coquillier, et où elles sont accompagnées de *zinc sulfuré*, de *chaux fluatée* et souvent de bitume. *Dans l'arragonite*, les cristaux d'Espagne et des Pyrénées qui se trouvent dans des masses argileuses, mélangées de chaux sulfatée, diffèrent, par l'ensemble de leurs formes, de ceux des terrains volcaniques. *Dans le pyroxène*, les cristaux de Norwège, qui se trouvent avec du fer oxidulé, ceux de la vallée d'Ala en Piémont, qui se trouvent dans une roche particulière de grenat, ceux du Tyrol qui sont dans la chaux carbonatée laminaire, sont tous très-distincts par leurs formes, dont presque aucune ne se retrouve parmi les pyroxènes des terrains volcaniques. *Dans le feldspath*, les cristaux qui se trouvent dans les granites, ceux que renferment les porphyres, ceux des terrains chloriteux, diffèrent beaucoup les uns des autres par l'ensemble de leur cristallisation et par la manière dont ils sont maclés, etc.

Dans des gisemens et des associations analogues, on remarque, au contraire, que les formes cristallines sont

semblables. Par exemple, l'arragonite présente les mêmes variétés de forme et les mêmes groupemens *dans les masses argileuses* mélangées de chaux sulfatée, dans l'Arragon, dans le Béarn ou dans les Landes. *Le terrain d'Arendal* en Norwège et celui de *Traverselle* en Piémont, semblables sous plusieurs rapports, présentent des cristaux qui ont entre eux la plus grande analogie. Les *granites* qui se prolongent si loin et dans des contrées si différentes présentent presque constamment des cristaux de feldspath de la même forme et maclés de la même manière, etc.

Il y a sans doute des exceptions à ces règles ; mais elles ne sont qu'apparentes et ne tiennent qu'à un manque d'observations exactes sur les circonstances géologiques ou particulières qui accompagnent les cristaux. D'ailleurs, quand même on multiplierait davantage ces faits, qu'ils seraient parfaitement constatés et réduits, dans chaque cas, à leur juste valeur, ils ne conduiraient pas encore à la solution complète du problême ; car, comme nous trouvons toujours les cristaux tout formés, on aurait beau multiplier les observations de ce genre, elles ne nous apprendraient rien autre autre chose, sinon que des circonstances de gisemens semblables ou différentes donnent lieu à des rapports analogues dans les formes cristallines ; mais elles ne nous mettraient pas à même de prononcer rigoureusement sur la manière dont les différentes circonstances constatées ont pu agir pour les modifier : on serait encore réduit à des conjectures qu'on ne pourrait ériger en principes que d'après des expériences directes.

Ces réflexions m'ont conduit à penser que ce grand

problème ne pouvait être résolu que dans nos laboratoires, où nous pouvons en quelque sorte présider à la formation des cristaux, et les placer dans toutes les circonstances possibles. J'ai imaginé que si, par une série d'expériences sur les sels, je venais à découvrir quelques bases certaines, je pourrais ensuite, par analogie, les appliquer aux substances minérales, puis les vérifier et les discuter d'après les indications fournies par la nature.

Mais avant d'entreprendre ces expériences, j'ai dû rechercher parmi les travaux des chimistes ceux qui pouvaient y avoir rapport, et je crois devoir les rappeler ici.

Leblanc, qui a beaucoup perfectionné l'art de faire cristalliser les sels, avait entrepris un travail particulier, dans la vue de déterminer les circonstances qui pouvaient occasionner les *transformations* des différens cristaux d'une même substance. Il a observé que l'alun, par suite *d'une addition de sa base*, cristallisait en cube; que le sulfate de cuivre, dans la même circonstance, affectait une forme particulière, et il a été porté, par analogie, à soupçonner que beaucoup de sels étaient dans le même cas. Il a fait voir qu'un cristal octaèdre d'alun, étant placé dans une solution d'alun cubique, passait, par suraddition de cette matière cristalline, à la forme cubo-octaèdre; que le sulfate de cuivre et le sulfate de fer se *combinaient* entre eux, et qu'il en résultait des rhomboèdres. Enfin, il a annoncé que plusieurs sels étaient susceptibles de se sur-composer de matière étrangère, et que cette addition en modifiait plus ou moins la forme; mais sur ce dernier point, il ne nous a pas laissé ses résul-

tats, ou du moins ceux qu'il a décrits ne se rapportent qu'à des irrégularités d'une même forme ou à des sels doubles (1).

On sait depuis long-temps que la soude muriatée, en cristallisant dans l'urine, affecte la forme d'un octaèdre régulier; tandis que le cube est celle qu'elle prend ordinairement en cristallisant dans l'eau pure. C'est à Romé de Lisle et à Berniard que nous devons la connaissance de ce fait singulier (2); mais M. Vauquelin et Fourcroy ont constaté depuis que cet effet était entièrement dû à la présence de l'urée, et ils ont fait voir que le muriate d'ammoniaque, dans les mêmes circonstances, affectait la forme cubique, quoiqu'il prenne ordinairement la forme octaèdre dans l'eau pure (3).

Tels sont les résultats d'expériences qui soient parvenus à ma connaissance relativement au problême que je me suis proposé. Ils m'ont paru en trop petit nombre, et n'avoir pas été dirigés assez immédiatement vers l'objet de ma question, pour qu'on puisse en tirer aucunes conclusions qui lui soient généralement applicables, et que je dusse me dispenser de faire de nouvelles expériences.

Les formes cristallines que prend un corps pendant l'acte de la cristallisation, pouvant varier suivant les différences que peuvent introduire, dans le jeu des attractions, différentes causes agissant souvent simultanément,

---

(1) Leblanc, *Cristallotechnie*. Paris, 1802. (*Journ. de Phys.* XXXI. 93, et XXXIII. 374.

(2) Romé de Lisle, *Cristallographie*. 1783. I. 379.

(3) *Ann. de Chim.* XXXII. 130.

j'ai cherché à isoler les effets de chacune de ces causes, pour mieux les apprécier; et afin de remplir ce but, j'ai divisé mes expériences en quatre sections principales.

1re *Section.* Effets des circonstances générales variables qui accompagnent toujours chaque opération de cristallisation.

2me *Section.* Influences qu'exercent sur les formes cristallines les mélanges mécaniques qui existent dans la solution dont elles se précipitent.

3me *Section.* Influences qu'exercent sur les formes cristallines les mélanges chimiques qui existent dans la solution dont elles se précipitent (1).

1re Partie. Les cristaux précipités ne renfermant aucun mélange chimique.

2me Partie. Les cristaux obtenus renfermant eux-mêmes des mélanges chimiques.

4me *Section.* Influences qu'exercent sur les formes

---

(1) Je n'ai adopté l'expression de *mélange chimique* que pour mieux me faire comprendre, et pour distinguer par une indication particulière une association chimique de corps qui a des caractères différens des autres associations chimiques auxquelles je donne le nom de *combinaisons chimiques;* mais je ne prétends attacher à cette expression de mélange aucune idée théorique, ni rien préjuger sur la question de savoir si des corps qui se trouvent réunis en des proportions qui peuvent varier à l'infini sont réellement combinés ou simplement mélangés. J'ai voulu seulement faire sentir que les associations de corps que je considère ne sont ni le résultat d'un mélange purement mécanique, ni celui d'une combinaison en proportions définies et constantes, laquelle donne

cristallines les variations entre les proportions relatives des principes constituans.

Je dois prévenir que j'ai pris toutes les précautions qui devaient assurer l'exactitude de mes résultats : j'ai toujours opéré, dans les mêmes circonstances, avec le même sel; les expériences ont été répétées plusieurs fois en prenant pour terme de comparaison les cristaux formés dans l'eau pure, et, dans plusieurs cas, les sels obtenus ont ensuite été soumis à l'analyse.

Ire SECTION.

Effets des diverses circonstances variables qui accompagnent toujours chaque opération de cristallisation.

Les circonstances variables dont j'ai cherché ici à déterminer les effets sont : la température, l'état barométoujours lieu à des corps particuliers dont les caractères sont invariables.

Au reste, ces *mélanges chimiques* seront, si l'on veut, des *combinaisons* et non des mélanges; mais si on les regarde comme des combinaisons, elles sont bien certainement d'un tout autre ordre que les combinaisons définies, et demandent à être considérées séparément, puisque, dans les *combinaisons définies,* les proportions des composans sont constantes, que le composé a toujours des caractères qui lui sont particuliers et qui diffèrent de ceux de l'un et de l'autre composant; tandis que dans ces autres combinaisons qu'on peut appeler *indéfinies* (et qui sont mes *mélanges chimiques*), les proportions peuvent varier à l'infini, et que le composé résultant participe toujours plus ou moins des propriétés de l'un ou de l'autre composant.

trique et hygrométrique de l'atmosphère, la promptitude ou la lenteur de l'évaporation, l'état de concentration et le volume de la solution, la forme des appareils, etc.

J'ai reconnu en général que ces diverses circonstances ne produisaient aucunes variations dans les formes cristallines, et ne faisaient que donner aux cristaux plus ou moins de netteté ou de volume, ou provoquer des groupemens différens.

L'état de l'atmosphère le plus convenable pour obtenir une cristallisation bien nette est une température modérée et un degré d'humidité moyen. Dans le cas d'une grande humidité, les sels grimpent plus facilement sur les parois des vases où ils forment des ramifications cristallines. Ces ramifications se forment et s'accroissent en hauteur d'une manière particulière. Il se forme d'abord sur les parois du vase quelques points saillans, qui sont ensuite poussés au dehors par des molécules cristallines qui viennent s'appliquer au-dessous des premières, et qui sont apportées par le liquide que l'action capillaire introduit entre les parois du vase et la croûte saline. Lorsqu'une première petite branche simple s'est ainsi formée, le liquide s'élève bientôt sur elle, comme sur les parois mêmes du vase, et détermine également à sa surface des pointes cristallines qui sont aussi poussées au dehors par les molécules subséquentes, de sorte que la petite branche se ramifie, et qu'en définitif il en résulte une sorte de végétation cristalline plus ou moins compliquée.

On sait que les cristaux obtenus par suite d'une évaporation lente sont toujours mieux conformés et plus isolés

que ceux qu'on obtient par une évaporation rapide ; c'est ce que j'ai observé également dans le courant de mes expériences. J'ai de plus remarqué qu'il peut se former des cristaux très-nets, sans évaporation quelconque, dans des solutions d'ailleurs très-étendues ; mais il ne paraît pas que tous les sels soient dans le même cas. Pour m'en assurer, j'ai placé des solutions étendues de divers sels, toutes au même degré de densité, dans des flacons complètement remplis et parfaitement bouchés, que j'ai abandonnés dans une armoire ; en les visitant long-temps après, j'ai reconnu qu'ils étaient également pleins, et que par conséquent il n'y avait pas eu d'évaporation. Or, dans plusieurs d'entre eux, les sels avaient cristallisé ; mais j'ai remarqué que c'était précisément ceux qui avaient le plus de cohésion, comme le sulfate de potasse, l'alun, le borax, le muriate de baryte, etc. ; tandis que ceux dont la cohésion était beaucoup plus faible, comme les nitrates de potasse et d'ammoniaque, les sulfates d'ammoniaque et de fer, le muriate de soude, etc., n'avaient pas donné de cristaux.

Relativement à l'état de concentration de la liqueur, quelques expériences m'avaient fait soupçonner, dans le commencement de mon travail, que les variations de forme pouvaient tenir à la densité de la solution ; mais j'ai reconnu ensuite que ces résultats tenaient à des causes particulières que je rapporterai dans la 4[me] section. En général, toutes les fois qu'on opère sur des sels chimiquement purs et parfaitement fixes, on obtient constamment les mêmes formes à tous les degrés de densité.

A évaporation égale, on obtient des cristaux beaucoup plus gros dans un vase très-profond que dans un vase

très-large, le volume de la solution étant le même dans chaque vase.

La nature des appareils, en exerçant des attractions différentes sur les sels, détermine en général les cristaux à se déposer plus ou moins promptement et à se grouper de différentes manières. La même solution cristallise plus promptement dans un vase de grès que dans un vase de verre. S'il y a, dans un point du vase, quelque aspérité particulière, les cristaux s'y déposent en plus grand nombre qu'ailleurs : si le vase est enduit d'une couche de graisse, la solution reste très-long-temps sans cristalliser ; mais arrivée à un certain degré de concentration, les cristaux se forment à la surface du liquide, où ils se groupent successivement, et finissent quelquefois par tomber au fond lorsque leur poids devient trop considérable. Lorsque, dans le même cas, on laisse une petite partie de la surface du vase sans enduit, toute la cristallisation s'y porte, et il se forme un groupe sur lequel tous les cristaux ont assez souvent leurs faces homologues semblablement placées.

Quant à la position dans laquelle les cristaux se forment ou s'accroissent au milieu d'une solution, j'ai reconnu qu'il n'en résultait d'autres effets que plus ou moins d'extension du cristal dans un sens plutôt que dans l'autre, et que, du reste, les facettes étaient constamment en même nombre et en même position relative.

La température à laquelle la cristallisation s'opère a été annoncée comme déterminant des variations très-remarquables dans les formes cristallines. Lowits dit qu'en exposant une solution de muriate de soude à un très-grand froid, il a obtenu des cristaux de forme hexa-

gonale qui se résolvaient en liquide à une température de quelques degrés au-dessous de *zéro* (1). Cette observation est d'autant plus remarquable que le prisme hexaèdre est incompatible avec le système de cristallisation cubique qu'affecte le muriate de soude. J'ai cherché à la vérifier; mais quelque soin que j'aie pris, je n'ai pu obtenir le résultat de Lowits. Je n'ai pas été plus heureux en employant d'autres sels.

En faisant cristalliser des sels à 0°, 18° et 40°, après avoir saturé les solutions à 18, 50 et 100°, je n'ai rien obtenu de particulier dans les formes. On peut par conséquent conclure que le degré de température, dans les limites ordinaires, n'a pu produire aucune variation dans les formes. L'état électrique de la solution n'a également aucune influence sur la forme des cristaux.

D'après les différens résultats que je viens d'exposer, les circonstances variables qui accompagnent malgré nous toutes nos opérations, n'étant susceptibles d'apporter aucun changement dans les formes cristallines, il devenait d'autant plus évident que les variations qui pouvaient se manifester dans les expériences étaient entièrement dues aux circonstances déterminées, sous l'influence desquelles la cristallisation avait lieu.

2me SECTION.

Influences qu'exercent sur les formes cristallines les mélanges mécaniques qui existent dans la solution dont elles se précipitent.

Les mélanges mécaniques que je considérerai dans cette section sont : 1° les matières étrangères qui peuvent rester

---

(1) *Ann. de Chim.* XXII. 27.

en suspension dans une solution saline; 2° les précipités incohérens; 3° les dépôts de consistance gélatineuse.

1°. Je me suis assuré, par plusieurs expériences, que les petites quantités de matières étrangères qui restent en suspension presque permanente dans une solution saline, n'exercent absolument aucune action pour faire varier les formes cristallines.

2°. Pour qu'un sel puisse cristalliser au milieu d'un précipité quelconque, il faut que la matière ait un degré de division et de légèreté tel, qu'elle ne soit pas susceptible de se tasser en masses trop serrées; car alors la cristallisation se fait dans la liqueur qui surnage, et les cristaux ne subissent aucune variation.

J'ai observé aussi qu'il fallait, pour que la cristallisation s'opérât au milieu d'une bouillie de matière étrangère, en particules incohérentes, qu'il y eût toujours une certaine quantité de liquide au-dessus du dépôt. Lorsque cette condition n'a pas lieu, toute la masse se dessèche, sans qu'il se forme aucun cristal apparent dans son intérieur.

En général, lorsqu'au moyen de ces précautions un sel cristallise au milieu d'un dépôt incohérent, les cristaux, en se formant, en entraînent toujours une portion plus ou moins considérable qui se trouve disséminée plus ou moins uniformément dans leur masse, et jamais, ou très-rarement, disposée en couches concentriques. Les cristaux perdent alors ordinairement toutes les petites facettes additionnelles qui, dans un liquide mécaniquement pur, auraient modifié leur forme dominante. En effet :

Une solution d'alun filtrée, partagée en deux portions, dont l'une a été conservée pure, et l'autre mélangée avec un précipité lavé de sulfate de plomb, a fourni, dans chaque cas, des formes distinctes ; la portion restée pure a donné des octaèdres légèrement tronqués sur les arêtes : la partie mélangée de sulfate de plomb a donné des cristaux semblables sur des fils suspendus dans le liquide, au-dessus du dépôt; mais les cristaux qui se sont formés au milieu même de ce dépôt étaient des octaèdres simples et opaques.

Du sulfate de fer qui, dans le cas d'une solution pure, donnait des rhomboèdres tronqués sur tous les angles solides et sur les arêtes de la base, a donné, en cristallisant au milieu d'un précipité de sulfate de plomb, des rhomboèdres tout-à-fait complets.

Du sulfate de fer qui cristallisait en rhomboèdres tronqués très-profondément au sommet, a donné, au milieu d'un précipité de sulfate de plomb, des cristaux où cette troncature était beaucoup moins profonde; mais je n'ai pu parvenir à la faire disparaître entièrement qu'en diminuant l'énergie de la cause qui y avait donné lieu.

En faisant cristalliser, dans des mélanges mécaniques, des sels disposés déjà à prendre des formes tout-à-fait simples, leur forme n'a éprouvé aucune variation. Ainsi, il paraît, d'après ces expériences, que les matières étrangères au milieu desquelles un sel se cristallise, et dont les cristaux entraînent une certaine quantité à l'état de mélange mécanique, ont en général pour effets de simplifier les formes en faisant disparaître les facettes additionnelles ; mais qu'elles n'ont aucune action pour changer le système de cette forme ; que si même les fa-

cettes additionnelles sont déterminées par une cause très-énergique, l'interposition de la matière étrangère en diminue seulement l'étendue, sans pouvoir les faire disparaître entièrement.

3°. Je n'ai pu faire beaucoup d'expériences sur les effets mécaniques des précipités de consistance gélatineuse, parce que l'alumine, qui est presque la seule substance qu'on puisse employer dans ce cas, exerce une action chimique sur les sels. Cependant, comme j'ai reconnu, par la suite de mes expériences, les effets chimiques que cette matière peut produire sur différens sels, je crois être suffisamment en état d'apprécier ses effets mécaniques.

Les cristaux, en se formant au milieu des précipités gélatineux, n'en entraînent mécaniquement aucune portion; car tous ceux que j'ai obtenus, soit dans l'alumine en gelée, soit dans le borate gélatineux d'alumine, m'ont paru mécaniquement purs.

D'un autre côté, ce qui me paraît bien important de faire remarquer, c'est que ces cristaux mécaniquement purs ne présentaient, dans leurs formes, d'autres modifications que celles qui étaient déterminées par l'action du mélange chimique. D'où je suis porté à conclure que, dans les expériences que j'ai rapportées précédemment, les variations cristallines qui ont eu lieu tiennent moins à l'action de la matière étrangère environnante qu'à celle que le cristal a entraînée mécaniquement dans sa formation.

Un autre effet particulier aux matières de consistance gélatineuse est, que les cristaux qui se forment au milieu d'elles sont très-rarement groupés les uns sur les autres;

ils sont presque toujours isolés, d'une régularité et d'une netteté fort remarquables dans toutes leurs parties. Ces circonstances ne se présentent jamais à-la-fois dans les précipités incohérens.

3me SECTION.

Influences qu'exercent sur les formes cristallines les mélanges chimiques qui existent dans la solution dont elles se précipitent.

Les observations les plus générales nous apprennent qu'il est rare que les substances minérales aient cristallisé isolément dans la nature ; que presque toujours elles se sont formées plusieurs ensemble ; qu'il en est même qui sont constamment accompagnées par telle ou telle autre espèce, et qui semblent ne pouvoir se former que dans leur association. Or, nous avons vu aussi que les formes cristallines d'un même minéral variaient ordinairement suivant la nature des substances accompagnantes, et qu'en général elles étaient semblables dans des associations analogues. D'après cela, il était assez naturel de penser que les variations cristallines d'un même corps pourraient être déterminées par l'influence de diverses substances qui, dans les différens cas, se trouvaient en solution avec lui ; mais cette conjecture avait besoin d'être éclairée par le flambeau de l'expérience.

Lorsque diverses substances sont dissoutes dans le même liquide, il peut arriver qu'elles cristallisent toutes séparément, ou bien que quelques-unes se mélangent en des proportions très-variables et plus ou moins grandes. Nous examinerons donc d'abord :

Les influences qu'exercent sur les formes cristallines d'un sel les substances dissoutes dans sa solution, et non susceptibles de se mélanger chimiquement avec lui par la cristallisation.

Il est un grand nombre de sels qui, en cristallisant ensemble, m'ont paru ne s'influencer en aucune manière; mais il en est d'autres qui m'ont présenté des résultats qui me paraissent mériter quelque attention.

L'alun, qui seul cristallisait en octaèdres légèrement tronqués sur les arêtes, a donné des cristaux cubo-octaèdres en cristallisant au milieu d'une solution de nitrate de cuivre, et des cristaux complets en cristallisant dans une solution de sulfate ou de phosphate de soude.

Le muriate de soude, qui seul cristallise en cubes, présente des cristaux cubiques tronqués sur les angles solides en cristallisant au milieu d'une solution de borax; c'est ce qui a lieu plus facilement encore dans une solution d'acide borique.

Le borax lui-même, dans cette circonstance, a présenté plusieurs sortes de cristaux mêlés entre eux; des cristaux primitifs, des cristaux périhexaèdres en grand nombre, et des cristaux de la variété que M. Haüy a nommée *émoussée*; tandis qu'en cristallisant seul, il a affecté la forme dihexaèdre. Je ferai remarquer que c'est le seul cas où j'aie obtenu des cristaux réellement entremêlés de formes différentes.

Le sulfate de cuivre qui, en cristallisant dans l'eau pure, affectait la variété de forme que M. Haüy a nommée *isonome*, a présenté, dans une solution assez forte de nitrate de cuivre, des cristaux prismatiques à six faces,

assez allongés et modifiés sur les bords aigus de la base par quelques facettes très-étroites.

Je viens de considérer l'influence d'un corps susceptible de cristalliser, sur la variation des formes cristallines d'un autre corps; je vais maintenant examiner celle des liquides.

En employant une dissolution d'hydrogène sulfuré et d'acide sulfureux, je n'ai obtenu aucun résultat remarquable.

L'alun qui, dans l'eau pure, affectait la forme d'octaèdres légèrement tronqués sur les arêtes, a pris constamment la forme cubo-octaèdre en cristallisant dans l'acide nitrique : il s'est formé du nitrate de potasse dans cette opération, mais point de nitrate d'alumine.

Le sulfate de cuivre qui, dans l'eau pure, donnait la variété isonome, a donné, dans l'acide nitrique, des cristaux allongés très-étroits et d'une forme très-différente.

L'acide muriatique ne m'a présenté des résultats remarquables qu'avec le sulfate de fer et l'alun.

Le sulfate de fer qui, dans l'eau pure, donnait des rhomboèdres modifiés par des facettes triangulaires aux angles solides latéraux, a donné, dans l'acide muriatique, des rhomboèdres tronqués très-profondément au sommet, et présentant encore des traces linéaires des facettes triangulaires latérales.

L'alun, en cristallisant dans l'acide muriatique, a présenté une forme que je n'ai jamais obtenue d'aucune autre manière. La figure dominante de ces nouveaux cristaux est l'octaèdre passant au cube par le remplacement de ses angles solides; mais en outre il existe à

chaque angle des facettes triangulaires qui proviennent d'une loi de décroissement que M. Haüy n'a pas décrite dans cette substance, et qu'on ne retrouve que dans le fer sulfuré et dans le cobalt gris. Ces facettes appartiennent au dodécaèdre pentagonal, et donnent lieu à l'icosaèdre de la minéralogie en se réunissant avec celles de l'octaèdre.

Il est important de faire remarquer que l'on n'obtient pas toujours immédiatement cette forme, et il semble que ce soit par degrés que la cristallisation se plie à cette modification; la forme des cristaux qu'on obtient par le premier dépôt de la solution paraît dépendre de celle que l'alun était susceptible de prendre naturellement avant. En effet, si l'on emploie de l'alun qui, dans l'eau pure, cristallise en octaèdres tronqués sur les arêtes, la solution muriatique donne d'abord des cristaux cubo-octaèdres, et ce n'est qu'à la seconde, quelquefois même à la troisième cristallisation, que l'on obtient la variété cubo-icosaèdre. Si l'on emploie de l'alun, qui d'avance soit susceptible d'affecter la forme cubo-octaèdre, on est presque sûr d'obtenir le cubo-icosaèdre dès la première cristallisation. Dans tous les cas, après plusieurs cristallisations successives, la solution ne donne plus qu'un magma de muriate d'alumine en paillettes nacrés et d'un peu de muriate de potasse.

L'acide acétique, en dissolvant le sulfate de fer au moyen de la chaleur, le précipite en partie à l'état de sulfate anhydre : la dissolution donne par le refroidissement des cristaux d'un blanc verdâtre, mal formés et en rhomboèdres complets; ils ne fondent pas par l'action de la chaleur, comme les cristaux de sulfate de fer ordi-

naire. L'alcool produit le même effet, ainsi que l'acide sulfurique légèrement aqueux.

Si ces dernières expériences ne m'ont pas mené à de grands résultats relativement aux variations des formes cristallines du sulfate de fer, elles m'ont conduit à des réflexions qui, sous un autre rapport, méritent bien aussi de fixer l'attention. On sait que la chaux sulfatée se présente, dans la nature, sous deux états différens, tantôt avec eau, tantôt sans eau. Or, si le sulfate de fer se trouvait, dans la nature, sous ces deux états, les expériences précédentes conduiraient immédiatement à fixer les circonstances dans lesquelles il se serait formé : dans un cas, ce serait l'eau pure qui lui aurait servi de solvant; dans l'autre, l'acide sulfurique plus ou moins concentré. Il serait par conséquent possible d'expliquer, par la présence de cet acide, la formation de la chaux sulfatée anhydre; mais lorsque cette roche alterne avec du calcaire, comme cela arrive souvent, il faudrait recourir à d'autres moyens pour expliquer son origine.

Je passe maintenant aux *influences qu'exercent sur les formes cristallines d'un sel les substances dissoutes dans la solution, et susceptibles de se mélanger chimiquement avec lui.*

J'ai fait voir, dans un Mémoire précédent, que le sulfate de fer peut être mélangé d'une très-grande quantité d'un ou de plusieurs autres sels, sans perdre la faculté de cristalliser dans le système rhomboèdre qu'il est susceptible d'affecter à l'état de pureté. Or, il est clair que si le sulfate de fer déploie, dans sa cristallisation, assez d'énergie pour paralyser en quelque sorte la cristallisation des sels qui lui sont mélangés, ceux-ci, à leur tour,

doivent exercer une action sur lui : cette action, peut-être moins puissante que la première, manifeste ses effets par les modifications qu'elle apporte dans les formes cristallines qui dépendent du système rhomboèdre du sulfate de fer.

D'après un grand nombre d'expériences faites directement à ce sujet, j'ai trouvé que toutes les fois qu'un sel est susceptible de se mélanger chimiquement avec un autre, il en résulte toujours pour celui dont le système cristallin domine, des modifications de formes particulières. Ces formes varient dans le même sel suivant la nature du corps qui s'y trouve mélangé, et elles sont constantes dans le même mélange, tant que d'autres causes, que je me suis aussi attaché à déterminer, ne viennent pas y joindre leur action modifiante : c'est ce que va prouver la série d'expériences suivantes.

Le *sulfate de fer*, quelque tendance qu'il ait, par suite de diverses causes, à affecter telle ou telle forme, peut toujours être ramené à la forme simple de rhomboèdre primitif par l'addition du sulfate de cuivre. Leblanc est, je crois, le premier chimiste qui ait remarqué que le mélange de ces deux sels affectait généralement la forme rhomboèdre; mais il n'a pas parlé des anomalies qui se présentent quelquefois, ni des moyens de les faire disparaître.

La forme résultante du mélange dépend beaucoup, toutes choses égales d'ailleurs, des proportions relatives des deux sels. Ainsi, lorsque la quantité de sulfate de cuivre est très-petite, comme 3 ou 4 centièmes de la masse, les facettes additionnelles sont souvent en même nombre et en même position que dans les cristaux de sul-

fate de fer pur obtenus par une expérience comparative, avec cette différence qu'elles sont plus petites, et qu'en général on voit dans le cristal une tendance au rhomboèdre complet, ainsi qu'une plus grande régularité.

Si on augmente la quantité de sulfate de cuivre, on voit d'abord disparaître les facettes de remplacement du sommet; mais il faut encore en ajouter une plus grande quantité pour faire évanouir les facettes latérales. Ce n'est souvent que lorsqu'on est arrivé à la proportion de 20, 30 ou 40 centièmes qu'on obtient toujours, quelles que soient alors les autres causes modifiantes, des rhomboèdres complets. On continue ensuite de les obtenir jusqu'au terme où la quantité de sulfate de cuivre devient telle, que c'est la forme de ce sel qui domine. Lorsque la quantité de sulfate de cuivre est très-grande et que la solution est soumise à une évaporation très-lente, il arrive que les sels se séparent en partie; il se forme alors des cristaux rhomboèdres de sulfate de fer, extrêmement allongés dans le sens de quatre de leurs faces; ce qui leur donne l'apparence d'un prisme à base rhombe.

S'il faut souvent beaucoup de sulfate de cuivre pour déterminer le rhomboèdre complet, il arrive pourtant quelquefois que quelques centièmes de ce sel suffisent pour le provoquer, suivant l'état de composition du sulfate de fer. Ainsi, un sulfate de fer quelconque peut être ramené immédiatement à la forme de rhomboèdre simple, en ajoutant de l'acétate de cuivre à sa solution, ou bien en faisant bouillir la solution de sulfate de fer sur du carbonate ou de l'oxide de cuivre, ou enfin, en ajoutant au mélange de sulfate de fer et de sulfate de cuivre une grande quantité de sulfate de zinc ou de sulfate de

magnésie. Dans ce cas, le sulfate de fer devient la partie la moins abondante du mélange, et l'on conçoit aisément qu'il perd plus facilement la tendance que d'autres causes pourraient lui donner à cristalliser d'une toute autre manière; mais ce qu'il y a de bien remarquable dans cette expérience, c'est que le sulfate de zinc ou le sulfate de magnésie ne tendent pas par eux-mêmes à ramener le sulfate de fer au rhomboèdre primitif; ils le sollicitent, au contraire, à prendre la forme d'un rhomboèdre basé très-profondément, de sorte qu'il faut que le sulfate de cuivre détruise encore leur action modifiante, d'ailleurs très-énergique.

Le sulfate de nickel détermine également le sulfate de fer à prendre la forme rhomboèdre : l'opération réussit plus facilement encore qu'avec le sulfate de cuivre.

Le mélange de sulfate de zinc provoque, dans le sulfate de fer, une variation d'un autre genre. Il détermine généralement ce sel à affecter le rhomboèdre *remplacé* plus ou moins profondément au sommet. S'il est en petite quantité, il provoque déjà ce remplacement; mais alors la face qui en résulte est très-peu étendue, et les cristaux conservent la plupart des facettes latérales que le sel prend en cristallisant dans l'eau pure. A mesure qu'on augmente la quantité de sulfate de zinc, le plan de remplacement du sommet devient plus large, et les facettes latérales de plus en plus petites, jusqu'à ce qu'enfin elles disparaissent totalement. Le sulfate de magnésie paraît avoir le même genre d'action que le sulfate de zinc.

Le sulfate d'alumine sans excès d'acide, mélangé avec le sulfate de fer, paraît tendre en général à en simplifier

les formes. Ainsi, du sulfate de fer, qui dans l'eau pure cristallisait en rhomboèdres modifiés à-la-fois sur tous les angles et toutes les arêtes, a été ramené par le mélange du sulfate d'alumine à un rhomboèdre remplacé seulement sur les angles latéraux par des facettes triangulaires. (*Variété unitaire* de M. Haüy.)

On rencontre assez fréquemment la variété unitaire dans le sulfate de fer du commerce ; mais alors ce sel renferme toujours du sulfate d'alumine. L'alun ammoniacal, mélangé dans une solution de sulfate de fer, le ramène presque toujours immédiatement à la variété unitaire. On n'obtient jamais ce résultat avec l'alun purement potassé, qui en général ne me paraît avoir aucune action pour faire varier les formes cristallines du sulfate de fer (1). Le sulfate de soude me paraît aussi avoir peu d'action sur le sulfate de fer.

D'après les expériences que je viens de citer, il me paraît certain que le sulfate de fer est susceptible d'affecter des variétés de formes différentes, suivant qu'il se trouve mélangé de telle ou telle espèce de sel en plus ou moins grande quantité. Je vais faire voir que plusieurs autres sels sont dans le même cas.

---

(1) J'observerai ici que l'alun, quel qu'il soit, ne paraît pas susceptible d'être mélangé d'une grande quantité d'un autre sel ; je n'ai jamais pu y introduire plus de 8 à 10 pour 100 de sulfate de fer. Leblanc a annoncé (*Journ. de Phys.* XXXI. 96.) que l'alun pouvait se surcomposer de moitié de sulfate de fer et conserver la forme octaèdre ; mais je soupçonne qu'il aura pris des rhomboèdres de sulfate de fer, basés très-profondément, pour des cristaux d'alun.

Le *sulfate de cuivre*, qui dans l'eau pure présentait la variété de forme que M. Haüy a nommée *isonome*, a peu changé par le mélange d'une petite quantité de sulfate de zinc ; mais avec une plus grande quantité, il a été ramené à une forme plus simple qui présente en général le parallélipipède primitif très-aplati, et modifié seulement par un plan étroit qui remplace les arêtes obtuses.

Avec le sulfate de nickel, il ne se forme pas de variétés distinctes ; mais les cristaux isonomes prennent un aspect particulier : avec le sulfate d'alumine et l'alun ammoniacal, on obtient à-peu-près le même effet.

Le sulfate de soude détermine, par son mélange avec le sulfate de cuivre, des résultats fort remarquables ; s'il se trouve en assez grande quantité dans la solution, on obtient le sulfate de cuivre sous une forme très-compliquée qui, avec plusieurs facettes connues, présente des faces particulières dont les lois n'ont pas été déterminées : il serait trop long de les décrire ici.

Le sulfate de potasse produit également des variations très-remarquables sur la cristallisation du sulfate de cuivre ; mais il est très-difficile de les obtenir parce qu'il se forme très-facilement des sels doubles. Il en est de même du sulfate d'ammoniaque.

Le sulfate d'ammoniaque présente aussi, suivant les divers sels avec lesquels il est mélangé, des variations plus ou moins remarquables. Je ne pourrais en donner une idée suffisante sans entrer dans de grands détails cristallographiques, parce que la cristallisation de ce sel n'a pas été décrite. A l'état de pureté, il m'a présenté une table carrée à double biseau sur les bords,

comme la baryte sulfatée, que M. Haüy a nommée *trapézienne.*

Le sulfate de zinc, le sulfate de magnésie, le nitre, etc., mélangés avec différens sels, n'ont en général présenté aucune variation particulière dans leurs formes cristallines. Je remarquerai, en terminant cette section, que le muriate de soude ne prend la forme d'octaèdre complet dans l'urée que lorsque cette dernière substance est en assez grande quantité; qu'autrement on obtient des octaèdres passant au cube par le remplacement des angles solides.

4me SECTION.

Influences qu'exercent sur les formes cristallines les variations entre les proportions relatives des principes constituans.

Dans le courant de mes expériences, j'avais plusieurs fois remarqué qu'il fallait souvent, pour parvenir à un résultat fixe, employer divers moyens qui devaient nécessairement altérer, dans sa composition chimique, le sel principal sur lequel on opérait; enfin, j'avais observé que des cristallisations successives déterminaient quelquefois des formes particulières dont aucune des expériences antérieures ne pouvait rendre raison. Les considérations fondamentales et les expériences que M. Berthollet a rapportées dans sa *Statique chimique* (I. 5e Sect.) m'ont conduit à penser que ces différens effets étaient dus aux petites différences qu'un même sel peut admettre dans les proportions relatives de ses parties composantes. J'ai imaginé qu'en général ces différences pouvaient avoir une grande influence sur la production des

diverses variétés de forme dont un même sel est susceptible. J'ai fait, à cet égard, des expériences que je diviserai en trois paragraphes.

§ Ier. *Variations occasionnées par les différentes proportions de base et d'acide.*

Le sulfate de fer me paraît en général prendre des formes plus compliquées lorsque l'acide est surabondant, que lorsqu'il est à un état presque neutre. En effet, une solution de sulfate de fer qui cristallise naturellement en rhomboèdre remplacé sur toutes les arêtes et sur tous les angles solides, n'a plus donné que des cristaux modifiés sur les angles, après avoir bouilli pendant quelque temps sur du carbonate ou de l'oxide vert de fer.

Si on prend du sulfate de fer qui, par suite du mélange d'une certaine quantité de sulfate de cuivre, cristallise dans l'eau pure en rhomboèdre complet, on est toujours sûr de provoquer des modifications sur les parties latérales, en ajoutant quelques millièmes d'acide sulfurique à sa solution.

Le sulfate de cuivre, au contraire du sulfate de fer, présente des formes plus simples avec un excès d'acide qu'à l'état neutre. En effet, du sulfate de cuivre qui, dans l'eau pure, cristallisait sous la forme que M. Haüy a nommée *isonome*, a perdu, en cristallisant dans l'eau mélangée d'acide sulfurique, toutes les facettes supérieures, et n'a plus présenté que les variétés perihexaèdre ou perioctaèdre en cristaux d'un bleu blanchâtre nacré.

Le sulfate de potasse m'a aussi présenté des variations

suivant qu'il a cristallisé dans des dissolutions plus ou moins acides. On n'obtient qu'un magma informe par la cristallisation si l'acide est concentré; avec de l'acide un peu délayé, le sel cristallise en tétraèdres irréguliers; avec de l'acide délayé d'un volume égal d'eau, on obtient des rhomboèdres aigus parfaitement nets : si l'acide est étendu du double de son volume d'eau, on obtient des rhomboèdres basés; et enfin, des cristaux compliqués de plusieurs facettes particulières, si la solution n'est que légèrement acidulée. Ces divers résultats sont assez en rapport avec ceux que M. Berthollet a cités dans sa *Statique chimique*. I. 356.

Les résultats les plus frappans relativement aux variations de forme occasionnées par les différences entre les proportions de base et d'acide sont ceux que j'ai obtenus avec l'alun. Si l'on fait bouillir une solution de ce sel sur un carbonate insoluble (les carbonates de fer, de plomb, de zinc, de magnésie, d'alumine, etc.), dont l'effet est d'enlever une portion d'acide, on est toujours sûr d'obtenir ensuite, par la cristallisation, de l'alun sous la forme cubique; mais on n'y arrive, pour ainsi dire, que par degrés. Une première cristallisation donne des octaèdres parfaits; une seconde des cristaux cubo-octaèdres; une troisième donne ordinairement des cubes parfaits, et enfin, on n'obtient plus qu'un magma incristallisable. Si on fait bouillir la solution d'alun assez long-temps sur le carbonate insoluble, en quantité convenable, on peut obtenir des cristaux cubo-octaèdres, et même des cristaux cubiques dès la première cristallisation; mais alors la quantité de matière incristallisable est d'autant plus grande.

On peut encore obtenir de l'alun cubique en ajoutant du borax à une solution d'alun, et en l'abandonnant ensuite à la cristallisation. On obtient d'abord des cristaux octaèdres tronqués sur les angles, puis des cristaux cubiques qui conservent des traces de l'octaèdre, et enfin, des cubes parfaits. Il se dépose en même temps que ces derniers cristaux, du borate d'alumine en paillettes nacrées très-douces au toucher. En ajoutant à l'alun du borate de soude neutre, ou une très-petite quantité de borax, il arrive presque toujours qu'on obtient des cristaux qui présentent à-la-fois les faces du cube, celles de l'octaèdre et celles du dodécaèdre rhomboïdal; mais les premières sont ordinairement les plus grandes.

En général, diverses modifications cristallines plus ou moins remarquables, que j'ai obtenues par suite de l'action chimique réciproque de diverses sortes de corps réunis dans la même solution, me paraissent ne pouvoir être expliquées que par les variations des proportions relatives des principes constituans des corps. Tels sont, par exemple, les résultats qu'on obtient de la solution de l'alun dans l'acide nitrique, dans l'acide muriatique, etc.

§ II. *Variations occasionnées dans les sels doubles par les différences entre les proportions relatives des sels composans.*

Les expériences précédentes en faisant connaître que les différences de proportions relatives de base et d'acide pouvaient occasionner des variations de formes dans les différens sels simples, il devenait important de savoir aussi ce que pourraient produire les différences de pro-

portions dans les sels doubles, parce que les résultats devenaient directement applicables, par analogie, à diverses substances minérales que l'on peut soupçonner formées à la manière des sels doubles.

Le sulfate double de potasse et de magnésie affecte, en cristallisant, un prisme rhomboïdal oblique bien complet, que je considère comme la forme primitive de ce sel, toutes les fois que la solution renferme beaucoup plus de sulfate de magnésie que de sulfate de potasse. Si, au contraire, le sulfate de potasse est surabondant, on obtient des prismes modifiés sur les quatre angles solides aigus : dans des proportions intermédiaires, on obtient des modifications diverses sur les arêtes et sur les angles.

Le sulfate double d'ammoniaque et de magnésie est aussi dans le même cas : il affecte en général des formes plus simples lorsque le sulfate de magnésie est plus abondant. Le sulfate double de potasse et de cuivre donne presque toujours la forme primitive, qui est aussi un prisme rhomboïdal oblique, lorsque le sulfate de cuivre est en grande quantité dans la solution, et on voit les formes se compliquer à mesure que la proportion de sulfate de potasse augmente. Le sulfate double d'ammoniaque et de cuivre, celui de potasse et de zinc, de potasse et de nickel, présentent de même des variations dans leurs formes cristallines, suivant que l'un ou l'autre des sels composans est en plus ou moins grande quantité.

L'alun change peu par l'excès de l'un ou de l'autre de ses sels composans. Dans une expérience dans laquelle du sulfate de potasse avait été ajouté à de l'alun, celui-ci

a donné des cristaux dont les quatre arêtes qui forment la base des deux pyramides de l'octaèdre étaient remplacées par des plans assez étendus, de sorte que les cristaux se présentaient comme des prismes à bases carrées, terminés à chaque extrémité par une pyramide tétraèdre. C'est un cas d'exception à la symétrie ordinaire des modifications, mais qui ne peut pas, plus que quelques autres, détruire la loi générale : il prouve, au contraire, que les diverses exceptions connues doivent tenir à des circonstances particulières.

§ III. *Variations cristallines occasionnées par la réunion de plusieurs combinaisons en des proportions différentes des mêmes principes.*

J'ai fait remarquer qu'en traitant de l'alun par un carbonate insoluble pour parvenir à obtenir des cristaux cubiques, il s'est déposé des cristaux de différentes formes aux différentes époques de cristallisation de la solution. J'ai d'abord fait redissoudre dans l'eau les cristaux qui avaient pris la forme octaèdre, puis j'ai abandonné la solution à l'évaporation spontanée. J'ai obtenu pour résultat un grand nombre de cristaux octaèdres parfaits et quelques petits cristaux cubiques.

Ayant fait redissoudre aussi les cristaux cubiques, j'ai obtenu par l'évaporation spontanée d'abord quelques cristaux octaèdres, puis un grand nombre de cristaux cubiques.

Enfin, les cristaux cubo-octaèdres soumis à la même épreuve ont donné à-peu-près autant de cristaux octaèdres que de cristaux cubiques.

Ces résultats m'ont fait soupçonner que, dans l'opération primitive, j'avais trop précipité la cristallisation, et que dès-lors les cristaux octaèdres, en se formant, avaient entraîné, en quelque sorte mécaniquement, quelques portions d'alun cubique; de même que les cristaux cubiques avaient entraîné quelques portions d'alun octaèdre. Je répétai alors l'expérience fondamentale : après avoir fait bouillir la solution d'alun sur un carbonate insoluble et avoir filtré, je l'ai abandonnée immédiatement à l'évaporation lente spontanée. Dans ce cas, il s'est formé l'une après l'autre deux sortes de cristaux, les premiers octaèdres, les seconds cubiques, et il n'y a pas eu de cristaux intermédiaires sous la forme cubo-octaèdre. J'ai recueilli ces cristaux séparément, puis je les ai fait dissoudre à part, et j'ai soumis leur solution à l'évaporation lente. Je n'ai obtenu alors, dans chaque expérience, que des cristaux entièrement semblables à ceux que j'avais fait dissoudre.

Pour faire une expérience synthétique comparative, j'ai fait dissoudre dans l'eau parties égales de cristaux octaèdres et de cristaux cubiques d'alun. J'ai partagé la solution en deux portions, dont l'une a été abandonnée à l'évaporation lente spontanée, et l'autre évaporée au feu, de manière à ce qu'elle pût donner promptement des cristaux par le refroidissement. Dans la première partie de solution, les cristaux octaèdres et cubiques se sont déposés l'un après l'autre séparément; dans la seconde, il s'est formé d'abord quelques cristaux octaèdres, puis une grande quantité de cristaux cubo-octaèdres, et enfin, quelques cristaux cubiques. Les cristaux cubo-octaèdres ayant été redissous de nouveau, et leur solution aban-

donnée à l'évaporation lente, les formes octaèdres et cubiques se sont de nouveau séparées.

Ces résultats me paraissent extrêmement importans sous le rapport de la théorie des variations de forme d'une même substance. Dans un cas, il s'est formé des cristaux octaèdres qui ont entraîné quelques particules de matières susceptibles de cristalliser en cube, ou bien des cristaux cubiques qui avaient entraîné de l'alun cristallisable en octaèdre. Dans l'autre cas, le mélange des deux matières a déterminé des cristaux qui participaient à-la-fois de l'une et de l'autre forme. Je suis porté à concevoir que, dans le premier cas, les deux matières sont seulement mélangées, et qu'alors l'une d'elles imprime sa forme à l'autre; mais, dans le second cas, je ne puis concevoir autre chose qu'une sorte de combinaison des deux matières d'où est résulté un état particulier de composition, qui a donné lieu à des cristaux qui participaient du cube et de l'octaèdre.

D'après cela, je serais porté à concevoir que les cristaux naturels, où l'on reconnaît les traces de plusieurs formes particulières, pourraient quelquefois être considérés comme résultant de la réunion de diverses combinaisons des mêmes principes en des proportions différentes, et dont chacune, étant isolée, donnerait la forme complète dont le cristal en question ne porte que des traces. J'ai vérifié cette conjecture sur de l'alun assez opaque du commerce, en gros cristaux groupés, présentant à-la-fois les faces de l'octaèdre, celles du cube et celles du dodécaèdre; j'en ai retiré par des cristallisations successives des octaèdres parfaits, des cubes, et enfin des cristaux cubo-dodécaèdres; mais quelque

moyen que j'aie pris, je n'ai pu obtenir les dodécaèdres isolément. Ces derniers cristaux étaient tous plus ou moins opaques, tandis que les octaèdres précipités avant eux étaient, au contraire, très-limpides. Ces observations expliquent comment il peut arriver qu'une même solution donne des formes différentes aux diverses époques de cristallisation, et on conçoit ensuite que les mêmes circonstances pouvant avoir lieu dans la nature, il n'est pas étonnant de trouver des formes différentes d'une même substance sur le même groupe minéralogique.

Je ne rapporterai plus qu'une expérience très-curieuse de Leblanc, que j'ai répétée avec succès, et qui explique d'une manière claire les changemens qui arrivent quelquefois à certains cristaux, par une sur-addition de matière cristalline sur quelques-unes de leurs parties. Cette expérience consiste à placer des cristaux octaèdres d'alun dans une solution qui donnerait naturellement des cristaux cubiques : les premiers continuent à croître par des lames concentriques à l'octaèdre; mais qui, au lieu de terminer complètement ce polyèdre, laissent à chaque angle solide une face qui donne lieu à la variété cubo-octaèdre. Cette face augmente en étendue à mesure que le cristal grossit, et, en dernier résultat, l'octaèdre se trouve tout-à-fait enfermé dans le cube circonscrit. Ce même résultat a lieu en sens inverse sur des cristaux cubiques placés dans une solution qui donne naturellement l'octaèdre. Ces cristaux cubo-octaèdres sont en général formés, comme ceux que j'ai obtenus dans les expériences précédentes, de deux composés distincts; mais il y a cette grande diffé-

rence que, dans les cristaux de Leblanc, les composés différens sont seulement superposés, tandis que, dans les miens, ils sont réunis intimement.

Résumé particulier des variations de forme de plusieurs sels dans des circonstances déterminées.

1°. *Sulfate de fer.* Ce sel cristallise constamment:

En *rhomboèdres simples*, par le mélange chimique du sulfate de zinc ou du sulfate de nickel;

En *rhomboèdres tronqués au sommet*, par le mélange du sulfate de zinc ou du sulfate de magnésie;

En *rhomboèdres tronqués sur les angles solides latéraux*, par le mélange du sulfate d'alumine;

En *rhomboèdres tronqués à-la-fois sur tous les angles solides*, par l'action du borate et du phosphate de soude, ou en cristallisant dans l'acide muriatique.

L'addition de quelques gouttes d'acide sulfurique dans la solution détermine des facettes additionnelles que le sel ne prenait pas avant. La soustraction d'une portion d'acide par un moyen quelconque détruit, au contraire, la tendance qu'un sel peut avoir naturellement à prendre diverses facettes additionnelles. Le mélange mécanique d'une matière étrangère détermine également plus de simplicité dans les cristaux.

Sulfate de cuivre. Ce sel, soumis à diverses épreuves particulières, a présenté :

La forme tronquée sur les arêtes latérales obtuses en cristallisant dans l'eau mélangée d'acide sulfurique;

La forme primitive tronquée sur toutes les arêtes latérales par le mélange du sulfate de nickel ou du sulfate d'alumine;

Enfin, des formes très-variées qui jusqu'ici n'ont pas été décrites, par l'effet des mélanges des sulfates de soude, de potasse, d'ammoniaque, d'étain, de mercure, ou par l'effet d'une portion de son acide, etc.

Alun. Dans des circonstances diverses, ce sel donne :

L'*octaèdre complet*, lorsqu'il est pur et amené à un état bien fixe de combinaison ;

Le *cube*, lorsqu'il est privé d'une portion de son acide ;

Le *cubo-octaèdre*, en cristallisant dans l'acide nitrique, ou par suite de la cristallisation rapide d'une solution qui renferme en même temps de l'alun cubique et de l'alun octaèdre ;

Le *cubo-icosaèdre*, en cristallisant dans l'acide muriatique ;

Le *cubo-octo-dodécaèdre*, par l'addition d'une petite quantité de borate de soude à une solution d'alun pure.

Soude muriatée. Ce sel cristallise :

En *cube*, dans l'eau pure ;

En *octaèdre*, par le mélange chimique d'une quantité suffisante d'urée ;

En *cubo-octaèdre*, par le mélange d'une petite quantité d'urée, ou par l'influence du borate de soude, ou mieux encore de l'acide borique.

Ammoniaque muriatée. Ce sel cristallise :

En *octaèdre*, dans l'eau pure ;

En *cube*, par le mélange d'une certaine quantité d'urée ;

En *cubo-octaèdre*, par l'influence d'un sel de cuivre dans la solution.

Sulfate acide de potasse. Ce sel cristallise :

En *espèce de tétraèdre irrégulier,* dans l'acide sulfurique concentré ;

En *rhomboèdre complet,* dans l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau ;

En *rhomboèdre tronqué au sommet,* dans l'acide sulfurique étendu du double de son volume d'eau ;

En *cristaux plus ou moins compliqués,* à mesure que l'acide devient moins abondant dans la solution.

Sulfate double de potasse et de magnésie. Ce sel affecte :

Un prisme oblique à base rhombe, lorsque le sulfate de magnésie est surabondant dans la solution ;

Le même prisme tronqué sur les deux angles solides obtus, en cristallisant dans l'eau mélangée d'acide sulfurique ;

Le même prisme modifié sur les angles solides aigus, lorsque le sulfate de potasse est surabondant.

Sulfate double de potasse et de cuivre. Ce sel affecte un prisme oblique à base rhombe lorsque le sulfate de cuivre domine ; et des formes plus ou moins compliquées à mesure que les proportions des deux sels composans varient, ou que la quantité d'acide est plus ou moins abondante, etc.

En considérant tous ces résultats généralement, on reconnaît que les circonstances qui ont déterminé les variations de forme que je viens de citer peuvent être réduites à quatre causes fondamentales, savoir :

1°. Les mélanges mécaniques de matières étrangères qu'un sel peut entraîner dans sa cristallisation ;

2°. L'influence des corps étrangers qui peuvent se trouver en solution avec un sel, sans que les cristaux

qui se précipitent en soient mélangés en aucune manière ;

3°. Les mélanges chimiques de matières étrangères qu'un sel peut entraîner dans sa cristallisation ;

4°. Les variations entre les proportions relatives des principes constituans des sels.

Ces quatre causes modifiantes générales déterminent chacune une forme particulière et constante toutes les fois qu'elles agissent isolément ; mais ce n'est que par des précautions particulières, dans des circonstances qu'il est difficile de rencontrer naturellement, qu'elles se trouvent ainsi isolées ; presque toujours plusieurs d'entre elles agissent simultanément, et c'est à ces actions réunies deux à deux, trois à trois, etc., que paraît due la multiplicité des variétés cristallines qu'une même espèce de sel est susceptible d'affecter.

Résumé général des différens effets produits par différentes causes dans la cristallisation des sels.

1°. L'état de l'atmosphère, le plus ou moins de promptitude de l'évaporation, la forme des appareils, leur nature, la masse de la solution, son état de concentration, ne paraissent influer en aucune manière sur les formes cristallines que peuvent prendre les sels. Les seuls effets que provoquent ces circonstances sont plus ou moins de netteté, d'isolement et de grosseur dans les cristaux.

2°. Par une atmosphère humide, les sels, dans des solutions peu concentrées, ont une grande tendance à grimper sur les parois des vases où ils forment des végétations cristallines.

3°. Les solutions très-étendues, à l'abri du contact de

l'air et sans évaporation quelconque, peuvent fournir des cristaux dans un espace de temps plus ou moins considérable ; mais il paraît que cet effet a plus particulièrement lieu sur les sels qui possèdent le moins de solubilité.

4°. La nature des appareils, en exerçant des attractions différentes sur les sels, déterminent les cristaux à se déposer plus ou moins promptement, à se grouper de différentes manières dans les différentes parties de la solution : si les vases sont enduits d'une couche de graisse, la cristallisation se fait toute entière à la surface du liquide.

5°. La position dans laquelle les cristaux se forment au milieu de la masse liquide n'a d'autre influence que de produire plus ou moins d'extension du cristal dans un sens plutôt que dans l'autre ; les facettes qui le terminent sont du reste constamment en même nombre et en même position.

6°. La température et l'état électrique ne paraissent avoir aucune influence sur la forme des cristaux ; seulement à des températures élevées, la cristallisation est irrégulière, et les masses salines qui en résultent sont très-fragiles.

7°. Les matières en suspension presque permanente dans une solution saline n'exercent aucune action pour faire varier la cristallisation. Ces matières se déposent souvent par couches concentriques dans le cristal.

8°. La cristallisation d'un sel ne peut s'opérer au milieu d'un dépôt de matières étrangères en particules très-fines et incohérentes, qu'autant qu'il surnage une portion de liquide au-dessus de ce dépôt. Les cristaux qui

se forment sous cette condition entraînent toujours une portion des matières étrangères qui se trouvent disséminées plus ou moins uniformément dans leur masse, et jamais disposées par couches concentriques. Lorsque la solution est peu concentrée, les cristaux sont toujours d'une forme plus simple, plus régulière que celles qu'ils adoptent en se formant librement. Dans le cas d'une solution très-concentrée, il se forme dans le dépôt des cristaux isolés dont les faces sont creusées plus ou moins profondément en trémies.

9°. La cristallisation d'un sel peut s'effectuer au milieu d'un dépôt de consistance gélatineuse sans qu'il y ait de liquide surnageant; les cristaux n'entraînent alors aucune portion de matières étrangères, et ne subissent aucune variation de forme; mais ils sont presque toujours isolés, d'une régularité et d'une netteté remarquables dans toutes leurs parties.

10°. Lorsque plusieurs sels se trouvent en solution dans le même liquide, il paraîtrait que, sans être susceptibles de se mélanger ni d'agir chimiquement les uns sur les autres, ils peuvent s'influencer mutuellement sous le rapport de leur cristallisation. C'est ainsi, par exemple, que la soude muriatée prend la forme cubo-octaèdre lorsqu'elle cristallise au milieu d'une solution de borax, ou mieux d'acide borique.

11°. Les formes qu'un même sel est susceptible d'adopter varient suivant la nature du liquide dont elles se précipitent. C'est ainsi que l'alun prend la forme cubo-octaèdre en cristallisant dans l'acide nitrique, et la forme cubo-icosaèdre en cristallisant dans l'acide muriatique.

12°. Toutes les fois que plusieurs sels peuvent se

mélanger chimiquement, c'est-à-dire, se réunir sans entrer en combinaison définie, il en résulte toujours, pour le sel dont le système de cristallisation domine, des formes particulières qui diffèrent de celles qu'il adopte lorsqu'il est pur. Les différens sels présentent aussi en général des formes différentes dans le même système de cristallisation, suivant qu'ils renferment plus ou moins d'acide; et les sels doubles, suivant que l'un ou l'autre des sels composans se trouve en plus ou moins grande quantité.

13°. L'action chimique qui, en altérant un sel dans sa composition, tend à déterminer une forme particulière, produit des effets différens suivant son énergie, et donne souvent lieu à-la-fois à plusieurs variations cristallines. C'est ainsi que l'action d'un carbonate insoluble sur l'alun détermine, dans la même solution, des cristaux octaèdres, des cristaux cubo-octaèdres, des cristaux cubiques et une matière incristallisable qui renferme encore moins d'acide que les précédentes.

14°. Lorsque les cristaux simples de formes différentes d'un même sel sont redissous ensemble dans le même liquide, il peut arriver deux cas. Si la cristallisation se fait lentement, les cristaux se déposent l'un après l'autre séparément; mais si la cristallisation se fait rapidement, il se forme un seul composé mixte qui donne lieu à des cristaux qui participent à-la-fois de l'une et de l'autre forme simple. C'est ainsi que des cristaux octaèdres d'alun et des cristaux cubiques peuvent se réunir et donner des cristaux cubo-octaèdres.

15°. Les cristaux d'une forme complexe peuvent quelquefois être décomposés en plusieurs formes simples par

diverses solutions et cristallisations lentes successives. C'est ainsi que de l'alun cubo-octo-dodécaèdre a fourni séparément des octaèdres, des cubes et des cubo-dodécaèdres.

16°. Enfin, des cristaux d'une certaine forme étant placés dans une solution de la même substance qui donne naturellement une forme différente, s'accroissent par addition suivant cette nouvelle forme : c'est ce qui résulte des expériences de Leblanc, que j'ai vérifiées dans diverses occasions.

Application aux substances minérales.

Le but direct de toutes les expériences que j'ai successivement entreprises étant de parvenir à expliquer les variations de formes cristallines que présente chaque substance minérale, il me reste, après avoir résumé les différens résultats auxquels je suis arrivé, à discuter leur application aux minéraux d'après les indications fournies par la nature.

Je suis bien loin de prétendre que la nature, pour faire varier la cristallisation des corps qui se forment dans son sein, soit uniquement restreinte à des causes modifiantes, analogues à celles que l'expérience m'a fait reconnaître; mais en comparant les faits naturels avec ceux que j'ai observés dans le cours de mon travail, il me semble trouver assez d'analogie pour pouvoir conclure avec quelque probabilité que les causes que j'ai assignées sont au moins au nombre de celles qui provoquent les diverses variations cristallines qui se présentent à nous.

En effet, si je recherche d'abord l'action des mélanges

mécaniques sur la cristallisation des substances minérales, je trouve, dans le peu de cas que je puis examiner, qu'elle produit des effets absolument semblables à ceux que j'ai obtenus sur les sels, c'est-à-dire, qu'elle empêche la formation des facettes additionnelles.

L'axinite est la substance qui présente cet effet de la manière la plus évidente. On sait que le même échantillon porte quelquefois sur un côté des cristaux mélangés de chlorite et en parallélipipèdes obliques parfaitement complets; tandis que sur l'autre côté il présente des cristaux mécaniquement purs qui portent des facettes additionnelles plus ou moins nombreuses.

La chaux carbonatée quarzifère de Fontainebleau n'a jamais été trouvée que sous la forme de rhomboèdres parfaitement simples dans toutes leurs parties. Le quarz hématoïde qui résulte d'un mélange d'oxide de fer ne présente jamais les facettes additionnelles qui modifient quelquefois les cristaux de quarz pur, et très-rarement les irrégularités très-fréquentes dans ces derniers.

On peut aussi observer sur les cristaux naturels qui se sont formés au milieu d'une pâte de matières étrangères des caractères accidentels analogues à ceux que j'ai fait remarquer dans mes cristaux artificiels. Si la pâte est grossière, formée de particules incohérentes, les cristaux sont composés de lames concentriques disjointes, et leurs faces sont creusées en trémies plus ou moins profondes : tels sont, par exemple, les cristaux de quarz qu'on trouve près de Chamouni, dans un amas de matières terreuses incohérentes.

Si la pâte est formée de particules très-fines, les cristaux qui se forment au milieu d'elle sont parfaitement

nets dans toutes leurs parties et complètement isolés : tels sont les cristaux de boracite, ceux de fer carbonaté, etc., qu'on rencontre au milieu des gypses.

L'action modifiante déterminée par les différens corps qui peuvent être dissous dans le même liquide me paraît devoir être très-fréquente dans la nature, puisqu'en général les substances minérales ont rarement cristallisé seules. Sans revenir ici sur les différens exemples que j'ai cités, je rapporterai ce que j'ai observé moi-même à Traverselle (Piémont); j'y ai rencontré le *fer oxidulé* dans trois roches différentes, très-rapprochées les unes des autres, savoir : dans les *serpentines*, dans des *roches pyroxéniques* et dans les *stéatites jaunes*. Or, dans les premières, cette substance était en *octaèdres complets*, dans les secondes en *octaèdres passant au cube* par le remplacement des angles solides; et dans les stéatites jaunes, où elle était accompagnée en outre de calcaire, je n'ai trouvé que le *dodécaèdre rhomboïdal*. Il me paraît impossible de ne pas regarder au moins comme très-probable que ces différences tiennent à l'action des substances au milieu desquelles les cristaux se sont formés.

L'action des mélanges chimiques paraîtrait aussi produire sur les substances minérales des effets analogues à ceux qu'elle provoque dans les sels artificiels; car la chaux carbonatée, mélangée de fer et de manganèse, tend toujours à prendre le rhomboèdre primitif, dont les cristaux sont très-contournés et groupés irrégulièrement. La chaux carbonatée, mélangée en proportions variables de carbonate de magnésie, affecte ordinairement le rhomboèdre primitif : c'est sous cette forme

qu'on la trouve empâtée dans toutes les roches talqueuses des Alpes (1).

Il est difficile, dans l'état actuel de la science, de pouvoir reconnaître les effets que les mélanges chimiques ont pu avoir sur la cristallisation des substances minérales. La difficulté tient à trois causes principales. L'une est que pour les recherches d'analyse on a toujours pris avec raison les parties les plus pures de la substance; l'autre est qu'on ne connaît pas la composition définie d'un assez grand nombre d'espèces minérales, et que dès-lors il est impossible de déterminer quelles sont les matières mélangées : une troisième cause enfin, est que les chimistes, dans leurs analyses, n'ont presque jamais désigné rigoureusement les variétés de cristallisation du minéral qui en a été l'objet. Cependant, si l'on considère

(1) Peut-être voudra-t-on élever ici une objection d'après les différences d'angles que M. Wollaston a trouvées avec son goniomètre à réflexion, entre la chaux carbonatée pure et la chaux carbonatée magnésifère. On sait que l'une lui a donné 105° 5′, et l'autre 106° 15′, et que, d'après cela, il a jugé qu'il fallait distinguer deux espèces particulières. Mais sans entrer dans aucune discussion à l'égard de ces deux espèces, je ferai remarquer que, dans tout état de cause, ma proposition n'en existera pas moins; car, d'après les diverses analyses, la quantité de magnésie varie considérablement, de sorte qu'en admettant l'espèce *carbonate double de chaux et de magnésie*, il faudra admettre aussi un mélange chimique, tantôt de carbonate de magnésie, tantôt de carbonate de chaux. Or, dans le cas où le carbonate de chaux domine, les cristaux se présentent sous la forme de rhomboèdre primitif : c'est ce qui a lieu dans les roches talqueuses des Alpes.

que les analyses diverses d'une même substance présentent souvent des résultats très-différens, et que, dans la nature, les espèces minérales cristallisent rarement seules, on sera porté à concevoir qu'une espèce déterminée peut souvent se trouver mélangée chimiquement de telle ou telle autre. Or, d'après mes expériences sur les sels, il est probable que ces substances étrangères exercent une action modifiante sur la cristallisation de celle dont la forme domine.

Quant aux modifications occasionnées par les variations dans les proportions relatives des parties constituantes des corps, il faut nécessairement recourir à des expériences particulières pour connaître si elles ont lieu dans la nature. Je ferai remarquer que, dans les diverses analyses d'une même substance acidifère, faites ou répétées par les chimistes les plus habiles, et où par conséquent on ne saurait soupçonner d'erreurs, il existe souvent des petites différences de proportions entre les quantités relatives d'acide et de base. On trouve d'ailleurs, dans la *Statique chimique*, un grand nombre d'exemples qui prouvent que ces petites variations peuvent exister dans les substances naturelles. Or, comme, d'après mes expériences, ces variations de composition, quoique dans des limites assez restreintes, donnent lieu à des formes cristallines particulières, je serais porté à soupçonner que les analyses dont je viens de parler ont été faites sur des cristaux différens de la même substance.

D'un autre côté, en partant des observations de Leblanc qui constatent qu'un cristal octaèdre d'alun, placé dans une solution d'alun cubique, subit une sur-addition de matière cristalline qui le fait passer au cube, je serais

porté à concevoir que les sur-additions que nous observons dans les cristaux naturels tiennent aussi à ce que le cristal, d'abord d'une certaine forme, s'est trouvé placé après coup dans une solution capable, par une cause quelconque, de produire des cristaux différens.

Enfin, les échantillons qui présentent des cristaux différens de la même substance, dont les positions relatives annoncent des époques différentes de formation, me paraissent fournir encore un argument en faveur des variations occasionnées par les différences de proportion des principes composans; car ces dépôts successifs de cristaux de diverses formes présentent une analogie frappante avec les dépôts successifs d'octaèdres, de cubo-octaèdres, de cubes, de cubo-dodécaèdres, que j'ai obtenus d'une même solution d'alun, où les élémens de cette substance, par suite de diverses circonstances déterminées, étaient en proportions très-illimitées : je soupçonnerais donc, par analogie, que la solution d'où ces cristaux naturels se sont successivement précipités ne renfermait pas des proportions définies des élémens de la substance à laquelle ils se rapportent, et que, par suite d'une cristallisation lente qui paraît être le cas de la nature, ces élémens se sont partagés en diverses combinaisons qui ont donné lieu aux diverses variétés cristallines qu'on observe sur l'échantillon.

On sent bien que ce ne sont là en général que des présomptions qui auraient besoin d'être vérifiées par des observations ultérieures sur la nature et par des expériences précises d'analyse; mais, d'après l'ensemble des analogies que je viens de citer, ces présomptions me paraissent avoir un certain degré de probabilité; et comme,

dans une matière aussi délicate, il est à croire que nous ne pourrons jamais obtenir que des probabilités plus ou moins grandes, il m'a semblé que ces applications de mes résultats pouvaient déjà présenter quelque intérêt, et c'est ce qui m'a enhardi à les soumettre à l'Académie (1).

SUR *la Rotation de la Terre.*

Par M. DE LAPLACE.

(Lu à l'Académie des Sciences le lundi 18 mai 1818.)

TOUTE l'astronomie repose sur l'uniformité du mouvement de rotation de la terre. La durée de ce mouvement est l'étalon du temps, que nous appliquons aux périodes des révolutions célestes. Les plus anciennes observations n'y font voir aucun changement. S'il y en avait un, il serait principalement sensible dans la longueur observée du mois lunaire, qui nous paraîtrait diminuer si la durée du jour augmentait sans cesse. A la vérité, toutes les éclipses observées par les Chaldéens, les Grecs et les Arabes indiquent avec évidence, par leur comparaison aux observations modernes, une diminution progressive dans la longueur du mois. Mais ayant reconnu la cause de ce phénomène, j'ai trouvé que ses effets répondent si exactement aux observations; que l'on ne peut attribuer qu'une très-petite partie de cette diminution à un accroissement dans la durée du jour, qui depuis

---

(1) Ce Mémoire a été présenté à l'Académie des Sciences le 30 mars 1818.

Hipparque n'a pas changé d'un centième de seconde. L'axe de rotation de la terre est aussi invariable à sa surface, que la vitesse de rotation ; il se meut dans le ciel autour des poles de l'écliptique, suivant des lois que la théorie de la pesanteur universelle a déterminées ; mais il répond toujours aux mêmes points de la terre, les observations les plus exactes ne faisant apercevoir aucun changement dans les latitudes géographiques. Il est donc certain que la terre se meut uniformément autour d'un axe invariable.

L'existence d'axes semblables dans les corps solides est connue depuis long-temps. On sait que chacun de ces corps a trois axes principaux rectangulaires, autour desquels le corps peut tourner uniformément, l'axe de rotation demeurant en repos. Mais cette propriété remarquable est-elle commune aux corps qui, comme la terre, sont recouverts d'un fluide ? La condition de l'équilibre du fluide s'ajoute alors aux conditions des axes principaux : elle change la figure du corps, lorsqu'on le fait tourner autour d'un axe différent. Il s'agit donc de savoir si parmi tous les changemens possibles, il en est un dans lequel l'axe de rotation et la figure du fluide sont invariables. La théorie que j'ai donnée dans le troisième livre de la *Mécanique céleste sur l'attraction des sphéroïdes* m'a fourni le moyen de résoudre cette question délicate du système du monde ; elle m'a conduit au théorême suivant :

« Supposons que la terre soit un sphéroïde formé de
» couches de densités variables suivant une loi quel-
» conque, et recouvert d'un fluide. Imaginons un second
» sphéroïde qui pénètre le premier et dont les couches

» soient les mêmes, avec la seule différence que leurs
» densités soient diminuées de la densité du fluide. Si
» l'on fait tourner le premier sphéroïde autour de l'un
» des axes principaux du second sphéroïde, le fluide
» qui le recouvre pourra toujours être en équilibre, et
» alors la figure et l'axe de rotation seront invariables;
» en sorte que les trois axes principaux du sphéroïde
» imaginaire deviendront ceux de la terre entière. »

Les actions du soleil et de la lune influent sur la figure de la mer, qui par là varie sans cesse. Parmi ces forces d'où naissent les phénomènes du flux et du reflux, quelques-unes sont constantes, d'autres changent avec lenteur. Celles qui sont rigoureusement constantes concourent avec la force centrifuge à produire la figure permanente de la terre. Les forces lentement variables changent insensiblement cette figure; et vu la tendance de la mer à se remettre promptement en équilibre, on peut supposer qu'abstraction faite des oscillations journalières, sa figure est celle qui correspond à cet équilibre. Je fais voir que toutes ces forces laissent subsister le théorême précédent; mais ces forces étant incomparablement moindres que la force centrifuge, la variation qu'elles produisent dans la figure permanente de la terre est insensible.

Si par le centre de gravité, supposé immobile, d'un système de corps, on imagine un plan fixe; la somme des produits de chaque molécule, par l'aire que sa projection sur ce plan décrit dans un temps donné est constante : le plan du *maximum* de cette somme *ou des aires* est invariable, ainsi que ce *maximum*. Concevons maintenant que ce système soit celui du sphéroïde ter-

restre, de la mer et de l'atmosphère, et supposons ces fluides primitivement agités d'une manière quelconque. Les mouvemens relatifs de leurs molécules se sont peu à peu détruits en vertu des obstacles qu'elles éprouvent à se mouvoir entre elles ; le système a pris à la longue une figure stable et un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe fixe ; le plan invariable est devenu l'équateur terrestre, et la vitesse de rotation est celle qui résulte du *maximum* primitif et invariable des aires. On se formera une idée juste de la manière dont la terre est parvenue à cet état, en considérant qu'une légère résistance proportionnelle aux vitesses relatives des molécules fluides introduit dans les expressions analytiques de ces vitesses, des exponentielles du temps décroissantes, et qui finissent par amener un état permanent. Elles y parviennent d'autant plus vite, que la densité des fluides est moindre que celle du sphéroïde qu'ils recouvrent ; car j'ai prouvé, dans le quatrième livre de la *Mécanique céleste,* que cette condition est indispensable pour la stabilité de l'équilibre des mers ; en sorte qu'une petite agitation dans un océan de mercure qui les remplacerait, suffirait pour le répandre sur les continens terrestres. Cette infériorité dans la densité de la mer est une suite de la fluidité primitive de la terre ; car alors les couches les plus denses ont dû se porter vers le centre. Cette considération, jointe à celle de la régularité des couches terrestres prouvée par les expériences du pendule, indique avec une grande probabilité qu'en vertu d'une chaleur excessive, toutes les parties de la terre ont été primitivement fluides.

Le système du sphéroïde terrestre et des fluides qui le

recouvrent est troublé par les actions du soleil et de la lune, qui changent continuellement la position de son équateur. L'explication de ce changement observé sous les noms de *précession* et de *nutation* est, à mon sens, le résultat le plus frappant et le moins attendu de la découverte de la pesanteur universelle. Les anciens avaient bien connu que la cause du flux et du reflux de la mer réside dans ces deux astres. Kepler avait conclu de ce phénomène et des lois des mouvemens célestes, l'attraction mutuelle de toutes les parties de la matière; mais personne avant Newton n'avait soupçonné la cause de la précession des équinoxes, cause d'autant plus cachée, qu'elle dépend de l'aplatissement de la terre, inconnu jusqu'alors. La manière dont ce grand géomètre a déduit la précession, de l'ellipticité du sphéroïde terrestre et de la théorie du mouvement rétrograde des nœuds de l'orbe lunaire, deux choses qu'il avait tirées de sa découverte; cette manière, dis-je, quoique inexacte à plusieurs égards, est un des plus beaux traits de son génie.

La position du plan du *maximum* des aires, et ce *maximum* lui-même étant déterminés par l'état primordial du système; la théorie connue de la variation des arbitraires conduit facilement aux équations différentielles du mouvement de ce plan. On parvient ainsi aux expressions très-simples de la précession et de la nutation, que j'ai données dans le cinquième livre de la *Mécanique céleste*. A la vérité, le plan du *maximum* des aires n'est pas rigoureusement celui de l'équateur; mais on voit, *à priori*, et par l'analyse exposée dans le quatrième livre de la *Mécanique céleste*, que la pesanteur ramenant sans cesse vers l'état d'équilibre, les fluides qui

recouvrent le sphéroïde terrestre, et ne leur permettant de faire que de légères oscillations autour de cet état; les deux plans du *maximum des aires* et de l'équateur ne diffèrent jamais l'un de l'autre que de quantités insensibles. Le plan de ce *maximum* ne changerait pas, si toutes les parties du système venaient à s'unir fixement entre elles. La considération de ce plan montre donc avec évidence que la précession et la nutation sont les mêmes que si la mer et l'atmosphère formaient une masse solide avec le sphéroïde terrestre. La pesanteur est le lien qui les unit au sphéroïde, et qui lui transmet les impressions qu'elles reçoivent des attractions du soleil et de la lune.

Les lois de la mécanique et de la pesanteur universelle suffisent donc pour donner à la mer un état ferme d'équilibre qui n'est que très-peu altéré par les attractions célestes. Sa pesanteur qui la ramène sans cesse vers cet état, et sa densité moindre que celle de la terre, conséquences nécessaires de ces lois, sont les véritables causes qui la contiennent dans ses limites, et l'empêchent de se répandre sur les continens; condition nécessaire à la conservation des êtres organisés. La nécessité de cette condition pourrait paraître une raison suffisante de son existence; mais on doit bannir de la philosophie naturelle ce genre d'explications qui en arrêterait infailliblement les progrès. Il faut rattacher autant qu'il est possible les phénomènes aux lois de la nature, et savoir s'arrêter quand ce but ne peut pas être atteint, *se rappelant toujours que la vraie marche de la philosophie consiste à remonter, par la voie de l'induction et du calcul, des phénomènes aux lois et des lois aux forces.*

Je termine ces recherches par la considération du mouvement du système formé de la terre et de la lune. En rapportant ce système à son plan invariable, je fais voir qu'abstraction faite de l'action du soleil, le nœud ascendant de l'orbe lunaire sur ce plan coïncide toujours avec le nœud descendant de l'équateur terrestre, et que ces nœuds ont un mouvement rétrograde uniforme, les plans de l'orbe lunaire et de l'équateur conservant sur le plan invariable des inclinaisons constantes. Ces résultats sont analogues à ceux que j'ai démontrés dans le second livre de la *Mécanique céleste*, relativement aux orbes de deux planètes mues autour du soleil.

L'action du soleil sur le système de la terre et de la lune modifie les résultats précédens. Elle imprime aux nœuds de l'orbe lunaire et du plan du *maximum* des aires, des mouvemens tels que ces deux plans se réunissent toujours à l'équateur, le plan du *maximum* des aires partageant l'angle formé par l'équateur et l'orbe lunaire en deux angles dont les sinus sont en raison constante. Le mouvement rétrograde des nœuds de la lune, combiné avec l'action de cet astre sur le sphéroïde terrestre, donne naissance à la nutation observée par Bradley ; et la réaction de ce sphéroïde sur la lune produit les deux inégalités lunaires dépendantes de l'aplatissement de la terre. Ces deux inégalités, comparées par M. Burg à plus de trois mille observations, et récemment par M. Burckardt, à l'ensemble des observations lunaires depuis Bradley jusqu'à ce jour, s'accordent à donner $\frac{1}{305}$me pour l'aplatissement de la terre ; ce qui diffère peu de l'aplatissement $\frac{1}{310}$me, qui résulte des mesures des degrés terrestres. Mais si l'on considère, d'une

part, les irrégularités que présentent ces mesures, et, de l'autre part, l'accord des deux inégalités lunaires et le nombre immense d'observations qui ont servi à déterminer leurs coefficiens; on jugera que ces inégalités offrent le moyen le plus précis de connaître la vraie figure de la terre. Elles sont une preuve incontestable de la gravitation du centre de la lune vers chaque molécule terrestre; comme la précession des équinoxes, la nutation et le reflux démontrent la gravitation de ces molécules vers le centre de la lune.

MÉMOIRE

Sur la Structure des Cristaux de mercure sulfuré.

Par M. Haüy.

Quoique le mercure sulfuré ait été très-connu des anciens, et que les observations des modernes en aient constaté l'existence dans une multitude de pays différens, en Europe, en Asie et en Amérique, c'est jusqu'ici une des substances métalliques qui se soit le moins prêtée à la détermination de ses formes cristallines. La cause principale du retard que nos connaissances ont éprouvé à cet égard provient de la nature des terrains dans lesquels est situé le mercure sulfuré, et dont le plus grand nombre sont de ceux qu'on appelle *secondaires*, et qui renferment des schistes, des grès et autres roches d'une formation analogue. Le mercure sulfuré est engagé dans ces roches sous la forme de masses granuleuses ou com-

pactes, de couches très-minces interposées entre les feuillets des schistes, et sous divers autres états qui annoncent que sa formation a manqué des circonstances favorables à un arrangement régulier de ses molécules. Si quelquefois on y reconnaît des indices de cristallisation, ce sont de simples ébauches qui laissent tout à deviner, ou des assemblages de très-petits cristaux groupés confusément, et dont la partie saillante offre un trop petit nombre de facettes, pour qu'en essayant de compléter par la pensée les solides qu'elles terminent, on soit sûr de ne pas attribuer au mercure sulfuré des formes qui lui sont étrangères.

Aussi, les descriptions qui ont été données par les différens auteurs des cristaux de mercure sulfuré ne sont-elles d'accord ni entre elles ni avec la véritable structure de ce minéral. On lui a attribué la forme du cube (1), celle de l'octaèdre, soit complet, soit tronqué à son sommet ou sur une de ses arêtes (2), celle du tétraèdre simple (3), celle d'un solide composé de deux pyramides triangulaires tronquées à leur sommet, et tantôt réunies par leurs bases, tantôt séparées par un prisme intermédiaire (4), celle du prisme rhomboïdal (5), etc. Ceux qui possèdent les principes de la théorie verront aisément que la forme du solide à deux pyramides triangulaires unies base à base est exclue par les lois de la

---

(1) Waller *Syst. minér.* édit. 1778, p. 151. Cronstedt, § 218, *b.* 4, *a.* De Born, *Litoph.* I. p. 128.

(2) De Born, *Catal.* t. II.

(3) Id. *Litoph.* I. p. 128.

(4) De l'Isle, *Cristal.* t. III. p. 154 et suiv.

(5) Emmerling. *Voyez* le *Traité de Min.* suivant les principes de Werner, Brochant. t. II. p. 107.

structure ; que le tétraèdre et le prisme rhomboïdal sont incompatibles dans un même système de cristallisation, etc.

Cependant M. Estner, qui cite plusieurs des formes précédentes comme appartenantes au mercure sulfuré, y ajoute le rhomboïde un peu aplati, tronqué à ses sommets, et le prisme hexaèdre régulier, soit complet, soit terminé par des sommets trièdres dont les faces naissent sur trois des arêtes situées au contour de la base. On verra bientôt que ces formes rentrent parmi celles qui existent réellement dans l'espèce de minéral dont il s'agit ici.

A l'époque où j'ai composé mon *Traité de Minéralogie*, je ne connaissais que deux formes déterminables de mercure sulfuré, dont l'une était celle du prisme hexaèdre régulier que présentaient des cristaux apportés du Japon, et l'autre celle d'une variété que j'avais nommée *bibisalterne*, et dont on trouvera ici la description. J'avais remarqué que les prismes du Japon se divisaient très-nettement dans des sens parallèles à leurs six pans, sans qu'il fût possible d'apercevoir aucun indice de divisions parallèles aux bases. A l'égard de l'autre variété, le morceau sur lequel je l'avais observée n'en renfermait qu'un petit cristal nettement prononcé, et qui était engagé dans une cavité, de manière que je n'avais pu en mesurer les angles que d'une manière approchée. D'autres cristaux qui se trouvaient sur le même morceau indiquèrent également des joints parallèles aux pans d'un prisme hexaèdre régulier ; ce qui m'engagea à considérer ce prisme comme offrant la forme primitive du mercure sulfuré, en avertissant cependant que les bases n'étaient que présumées. Je donnai à ce

prisme les dimensions convenables pour que les lois de décroissement dont je faisais dépendre les faces des cristaux que je viens de citer s'accordassent avec les angles qu'elles formaient entre elles; mais il avait fallu supposer qu'elles naissaient sur trois arêtes du contour de la base, prises alternativement, et qui de même alternaient d'une base à l'autre. Or, quoique cette disposition offrît un aspect symétrique, elle dérogeait réellement au véritable principe de la loi de symétrie, que je me borne ici à énoncer, parce que je l'ai développé, en l'appuyant par de nombreux exemples, dans un article que j'ai publié sur la loi dont il s'agit, et qui fait partie du 1[er] volume des *Mémoires* des professeurs du Muséum d'histoire naturelle (1).

Avant d'aller plus loin, je ne dois pas omettre la circonstance qui m'a mis à portée de fixer mon opinion sur la structure des cristaux de mercure sulfuré. Les diverses recherches que j'ai entreprises depuis un certain nombre d'années relativement à des objets rares ou jusqu'alors inconnus, ont été amenées par les observations que j'ai faites sur des envois que j'ai reçus de plusieurs savans étrangers, avec lesquels j'ai des relations aussi honorables pour moi qu'elles me sont avantageuses. J'ai déjà saisi l'occasion de citer parmi eux M. le chevalier de Parga, et je lui dois ici un nouvel hommage de reconnaissance pour la bonté qu'il a eue de retirer de sa collection, et de destiner pour la mienne, des cristaux de mercure sulfuré d'Almaden, dont les formes, aussi variées que nettement prononcées, offrent la preuve du

---

(1) P. 81 et suiv.

goût très-éclairé qui a dirigé son choix. C'est l'étude de ces cristaux qui m'a conduit aux résultats que je vais maintenant exposer.

La forme primitive de mercure sulfuré, telle que l'indique l'observation, est celle d'un rhomboïde aigu (fig. 1) dans lequel la plus petite incidence des faces est de $71^{d.} 48'$, et la plus grande de $108^{d.} 12'$ (1).

Si ce rhomboïde offrait, comme celui du quarz, des joints naturels parallèles à des plans qui, en partant des sommets *A*, *a*, passeraient par les milieux des arêtes latérales *D*, *D'*, on pourrait assimiler la structure du mercure sulfuré à celle du même quarz, en combinant les joints dont il s'agit avec les faces *P*, *P*, et avec les pans du prisme hexaèdre régulier, que l'on obtient, et même très-nettement, par la division mécanique (2). Mais l'existence des joints dont je viens de parler n'étant indiquée par aucune observation, l'hypothèse à l'aide de laquelle on pourrait ramener la structure du mercure sulfuré à l'unité de molécule, en se bornant à la considération des autres joints, s'écarterait trop de l'analogie et en même temps de la simplicité, pour paraître admissible; et j'ai jugé plus naturel de ranger les joints parallèles aux pans du prisme parmi ceux que j'appelle *surnuméraires*, et dont plusieurs autres substances, et en particulier la chaux carbonatée, offrent des exemples (3).

---

(1) Le rapport entre les demi-diagonales *g* et *p* de chaque rhombe est celui de $\sqrt{3}$ à $\sqrt{8}$.

(2) *Voyez* le *Traité de Minéralogie*. T. III. p. 438.

(3) *Voyez* le *Tableau comparatif*, p. 126.

Ces sortes de joints ont fixé particulièrement mon attention depuis quelques années, et je donnerai, dans la seconde édition de mon *Traité*, un article développé dans lequel je prouverai que quelque nombreux qu'ils puissent être, ils sont susceptibles d'être expliqués d'une manière plausible, sans qu'on soit obligé de supposer qu'ils traversent les molécules intégrantes. Je me bornerai ici à dire que cette explication est fondée sur une vérité reconnue de tous les physiciens, savoir : que les molécules des corps, bien loin de se toucher, laissent entre elles des intervalles incomparablement plus grands que leurs diamètres. Il en résulte que celles d'un cristal rangées, pour ainsi dire, en quinconce, offrent des routes libres à des plans qui auraient une multitude de directions différentes, et qui tous répondraient à des faces secondaires produites par des lois de décroissement plus ou moins composées.

Si ceux de ces plans dont la chaux carbonatée, que je continue de prendre pour exemple, offre des indices dans les différentes variétés qui lui appartiennent, traversaient le rhomboïde primitif, il se trouverait morcelé, et, pour ainsi dire, haché en un si grand nombre de fragmens irréguliers, de diverses figures, qu'une pareille complication serait l'extrême opposé à l'unité de molécule intégrante.

Rien ne s'oppose à ce que, dans certains cas, comme dans celui du mercure sulfuré, les joints surnuméraires ne soient éclatans et faciles à obtenir, par l'effet de quelque circonstance particulière. Leur netteté m'a paru quelquefois provenir de l'interposition d'une matière étrangère, dont les couches très-minces suivaient les

directions de ces joints, et présentaient un tissu propre à une réflexion régulière des rayons lumineux.

Mais le point essentiel est que les joints surnuméraires n'ont aucune influence sur le but principal vers lequel tend la théorie, en sorte que, quand même un minéral se refuserait à la division mécanique, la seule étude d'un certain nombre de ses formes extérieures, combinée avec les résultats du calcul, suffirait pour faire connaître le système de cristallisation auquel il se rapporte, et même pour indiquer avec une extrême vraisemblance la forme de sa molécule intégrante. C'est ce que je me propose de prouver dans ce Mémoire, par un exemple tiré des cristaux mêmes de la substance métallique qui en est le sujet; mais je dois auparavant donner la description des diverses formes cristallines que m'a offertes cette substance, en me conformant à la méthode que j'ai adoptée.

Quantités composantes des signes représentatifs.

$$\begin{array}{ccccccc} P & \underset{1}{A} & \underset{2}{A} & \underset{3}{A} & \underset{4}{A} & \underset{\frac{5}{2}}{A} & \overset{2}{e}. \\ P & o & u & k & r & z & l. \end{array}$$

Combinaisons.

Deux à deux.

Prismatique. $\begin{array}{cc} \overset{2}{e} & \underset{1}{A} \\ l & o \end{array}$ (fig. 2.)

Quatre à quatre.

Octo-duodécimal. $\begin{array}{cccc} P & \underset{\frac{5}{2}}{A} & \underset{2}{A} & \underset{1}{A} \\ P & z & u & o \end{array}$ (fig. 3.)

Progressif. $\dfrac{\overset{2}{e}\;P\;\underset{3}{A}\;\underset{1}{A}}{l\;P\;k\;o}$ (fig. 4.)

Mixti-unibinaire. $\dfrac{\overset{2}{e}\;P\;\underset{\frac{5}{2}}{A}\;\underset{1}{A}}{l\;P\;z\;o}$ (fig. 5.)

Bibisalterne. $\dfrac{\overset{2}{e}\;\underset{4}{A}\;\underset{\frac{5}{2}}{A}\;\underset{1}{A}}{l\;r\;z\;o}$ (fig. 6.)

La loi $\underset{4}{A}$ a cette propriété que le rhomboïde qui en résulte est semblable à celui qui aurait pour signe $\overset{1}{B}$, et qui serait l'analogue du rhomboïde équiaxe de la chaux carbonatée.

Valeurs des angles.

Incidence de :

P	sur	P,	71d. 48′;
P	sur	P',	108 . 12;
P	sur	k,	157 . 20;
P	sur	l,	159 . 18;
P	sur	o,	110 . 42;
P	sur	z,	152 . 8;
k	sur	o,	133 . 22;
l	sur	o,	90;
l	sur	r,	142 . 55;
l	sur	z,	131 . 26;
o	sur	r,	127 . 5;
o	sur	u,	146 . 31;
o	sur	z,	138 . 34;

r sur r, 92^d. 28′;
r sur z, 168. 31;
u sur z, 172. 3;
z sur z, 110. 6.

Angles de la coupe principale du rhomboïde primitif.

122^d. 12′; 57^d. 48′.

J'ai promis de faire voir, en prenant pour exemple les cristaux de mercure sulfuré, comment la seule considération des formes extérieures d'un minéral peut indiquer celle de sa molécule intégrante, abstraction faite de la divison mécanique. Ce résultat est fondé sur une propriété inhérente à chaque système de cristallisation, qui est de pouvoir s'adapter à différentes bases en conservant son unité, c'est-à-dire, que si parmi toutes les variétés simples d'une même espèce de minéral on en choisit une à volonté, qui soit susceptible de faire la fonction de forme primitive, comme celle du parallélipipède, de l'octaèdre, etc.; et si ayant adopté cette forme comme noyau hypothétique, on la suppose composée de petits solides semblables à ceux qu'on obtiendrait, en la divisant parallèlement à ses différentes faces, on pourra en faire dériver toutes les autres formes par des lois régulières de décroissement, soit sur les angles, soit sur les bords.

Ainsi, dans l'espèce du mercure sulfuré, on trouve cinq rhomboïdes, dont on obtiendrait, l'un en prolongeant les faces P (fig. 3), et les quatre autres en prolongeant successivement les faces u, z, k (fig. 4), et r (fig. 6). Or, si l'on adopte le rhomboïde P comme forme primi-

tive, on aura pour la série des lois de décroissement relatives aux autres rhomboïdes :

$$\begin{matrix} A_{2} & A_{3} & A_{4} & A_{\frac{5}{2}} \\ u & k & r & z \end{matrix}$$, ainsi que nous l'avons déjà vu.

Si l'on adopte le rhomboïde *u*, et que l'on substitue *P* à *u* et *u* à *P* (1), on aura :

$$\begin{matrix} P & \overset{3}{e} & \overset{7}{e} & \overset{5}{e} & \overset{11}{e} \\ P & u & k & r & z. \end{matrix}$$

En adoptant le rhomboïde k, et en substituant *P* à *k* et *k* à *P*, on aura :

$$\begin{matrix} P & A_{6} & \overset{4}{e} & \overset{14}{e} & A_{16} \\ P & u & k & r & z. \end{matrix}$$

Pour le rhomboïde *r*, en substituant *P* à *r*, et *r* à *P*, on trouvera :

$$\begin{matrix} P & A_{4} & A_{13} & \overset{11}{E}E & A_{7} \\ P & u & k & r & z. \end{matrix}$$

Enfin, si l'on adopte le rhomboïde *z*, et que l'on substitue *P* à *z* et *z* à *P*, la série deviendra :

$$\begin{matrix} P & A_{10} & \overset{17}{e} & \overset{8}{e} & \overset{\frac{7}{2}}{e} \\ P & u & k & r & z. \end{matrix}$$

Je n'ai pas compris le prisme hexaèdre régulier parmi les noyaux hypothétiques des cristaux de mercure sulfuré, parce que la loi de symétrie lui donne seule l'exclusion.

---

(1) Je continuerai de me servir de la fig. 1 pour représenter chacun des divers rhomboïdes dont il s'agit.

Maintenant, si l'on compare entre elles les séries précédentes, on s'apercevra que la première est évidemment celle qui offre l'ensemble le plus simple de lois de décroissement, et qu'il n'y a même aucune des autres qui ne renferme des signes relatifs à des lois qui, par leur complication, s'écartent beaucoup des limites ordinaires, tels que $\overset{11}{e}$, $\overset{14}{e}$, $\underset{16}{A}$, $\underset{13}{A}$, $\overset{17}{e}$. Or, ce caractère de simplicité dont les résultats qu'offre la première portent par-tout l'empreinte, suffirait seul pour indiquer que le rhomboïde dont ils dérivent est le véritable type de l'espèce. Aussi est-ce celui auquel conduit l'observation des joints naturels mis à découvert par la division mécanique. On voit par là qu'en se bornant à l'étude des formes extérieures, on aurait pu déterminer d'avance la forme primitive du mercure sulfuré, et que lorsqu'ensuite on aurait pénétré dans le mécanisme de la structure, l'observation n'aurait fait autre chose que rendre sensible à l'œil ce que la théorie avait déjà montré à l'intelligence.

Résultats *des Observations météorologiques faites à* Alais, *département du Gard, pendant l'année* 1817.

Par M. Dhombres-Firmas.

(La longitude d'Alais = 1°. 44'. 18" à l'est de Paris; latitude = 44°. 7'. 18" nord; élévation de la place Saint-Jean au-dessus de la Méditerranée, 129 mètres.)

État du Baromètre.

(Les hauteurs sont toutes réduites à la température de 12°,5.)

MOIS.	MOYENNES DE MIDI, ou *M.*	MOYENNES DES AUTRES HEURES, ET OSCILLATIONS DIURNES.					VARIATIONS EXTRÊMES.		
		Matin, *M* +.	Après midi, *M*. —	Soir, *M*. +	Abaissement du jour.	Ascension du soir.	Maximum.	Minimum.	Différences.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Janvier 1817.	754,01	+0,82	—0,35	+0,25	1,17	0,60	766,38	737,08	29,30
Février.	757,28	+0,59	—0,26	+0,24	0,85	0,50	763,27	748,93	14,34
Mars.	751,92	+1,18	—0,19	+0,02	1,37	0,21	761,71	741,05	20,66
Avril.	754,00	+0,02	—0,92	+0,55	0,94	1,47	760,72	745,34	15,38
Mai.	748,75	+0,63	—0,40	+0,50	1,03	0,90	756,96	740,25	16,71
Juin.	750,53	+0,77	—0,52	+0,72	1,29	1,24	755,54	744,61	10,93
Juillet.	750,41	+0,75	—0,35	+0,52	1,10	0,87	757,60	733,70	23,90
Août.	748,70	+0,67	—0,53	+0,56	1,20	1,09	753,12	737,87	15,25
Septembre.	749,65	+0,59	—0,59	+0,53	1,18	1,12	753,80	743,05	10,75
Octobre.	748,68	+0,12	—0,57	+0,22	0,69	0,79	755,43	745,20	10,23
Novembre.	756,47	+0,63	—0,96	+0,15	1,59	1,11	763,60	751,50	12,10
Décembre.	744,56	+0,80	—0,15	+0,80	0,95	0,95	758,02	730,70	27,32
Moyennes.	751,25	+0,69	—0,48	+0,42	1,16	0,90			

Ce tableau n'a presque pas besoin d'explication. La seconde colonne fait connaître la hauteur moyenne M du baromètre, à midi, pour chaque mois de l'année 1817. On trouve, dans les colonnes 2me, 4me et 5me, ce qu'il faut ajouter à la quantité M, ou ce qui doit en être soustrait, pour avoir les hauteurs moyennes du matin, de l'après-midi et du soir. Les deux colonnes suivantes renferment les valeurs de l'oscillation ascendante du matin et de l'oscillation descendante du soir. Enfin, les trois dernières donnent les états *extrêmes* du baromètre, et montrent qu'à *Alais*, en 1817, cet instrument n'a jamais été au-dessous de 730^{mm},70, ni plus haut que 766^{mm},38, et que la variation totale dans la pression atmosphérique s'est élevée à 35^{mm},68.

Le baromètre de M. Dhombres-Firmas est à large cuvette : il avait été comparé avec soin et à plusieurs reprises avec ceux de M. Ramond. Toutes les hauteurs sont réduites à 12°,5 centigrades, et corrigées de la dépression capillaire.

Les observations du baromètre ont été faites aux heures de la période que M. Ramond a déterminées pour nos climats, savoir : en été, à 8 heures du matin, 4 heures de l'après-midi, et 10 heures du soir; en hiver, à 9 heures du matin, 3 heures et 9 heures du soir; et dans les autres saisons, à 8 heures $\frac{1}{2}$ du matin, 3 heures $\frac{1}{2}$ et 9 heures $\frac{1}{2}$ du soir.

En prenant les hauteurs moyennes barométriques correspondantes aux sysigies et aux quadratures, M. Dhombres-Firmas trouve les résultats suivans :

Nouvelles lunes,	748^{mm},56 ;
Premier quartier,	751,93 ;
Pleines lunes,	749,70 ;
Dernier quartier,	755,73.

Thermomètre centigrade à Alais *en* 1817.

MOIS.	MOYENNES		VARIATIONS EXTRÊMES.		
	de midi.	du mois.	Maximum.	Minimum.	Différences.
Janvier.	+ 9°,1	+ 7°,0	+14°,0	— 3°,5	17°,5
Février.	+ 14,3	+ 12,0	+20,0	+ 6,0	14,0
Mars.	+ 16,2	+ 12,8	+23,5	+ 2,8	20,7
Avril.	+ 16,7	+ 13,5	+23,0	+ 3,0	20,0
Mai.	+ 19,6	+ 17,0	+27,0	+ 9,0	18,0
Juin.	+ 23,1	+ 20,0	+30,0	+11,2	18,8
Juillet.	+ 25,0	+ 27,0	+33,7	+17,0	16,7
Août.	+ 26,1	+ 24,0	+31,5	+14,0	17,5
Septemb.	+ 26,6	+ 23,5	+32,5	+15,5	17,0
Octobre.	+ 15,3	+ 15,2	+26,0	+ 5,0	21,0
Novemb.	+ 13,4	+ 11,5	+20,0	+ 1,0	19,0
Décemb.	+ 7,4	+ 5,7	+ 12,5	— 2,5	15,0
Moyenn.	17,7	15,5	24,4	+ 6,5	

Le thermomètre de M. Dhombres-Firmas est exposé au nord et à l'abri de toute réverbération. Les températures moyennes *du mois* inscrites dans le tableau, sont les moyennes des *maxima* et des *minima* observés chaque jour de ce mois. La 4me et la 5me colonne renferment le plus haut et le moindre degré que le thermomètre a marqués dans le même intervalle. On ne remarquera pas sans surprise que la demi-somme des deux nombres 24°,4 et 6°,5 qui sont les moyennes des *douze maxima* et des *douze minima* observés dans les douze mois de 1817, est exactement égale à la température moyenne

obtenue en additionnant les 365 *maxima* et les 365 *minima* correspondans aux 365 jours de l'année.

On voit dans le tableau que la moyenne des observations de midi ne diffère de celle des *maxima* et *minima* journaliers que de 2°,2, et que le mois d'octobre est celui qui, pris isolément, donne le résultat le plus approchant de la température moyenne de l'année. Des remarques de ce genre, lorsqu'on les aura étendues à tous les climats, pourront guider dans le calcul des températures moyennes, d'après les observations incomplètes et isolées d'une seule heure ou d'un seul mois.

Alais, 1817.				
	HYGROMÈTRE.	UDOMÈTRE.		VENTS.
MOIS.	Moyenne de midi	Quantité de pluie tombée, de jour.	de nuit.	Dominans.
Janvier.	62°,2	27mm,50	51mm,75	N. et S
Février.	63,4	.....	.....	N.
Mars.	59,4	.....	1,00	N.
Avril.	52,5	0,75	.....	N.
Mai.	67,5	92,50	35,25	S.
Juin.	67,3	50,25	14,50	N. et S.
Juillet.	61,5	4,00	10,00	N.
Août.	65,0	23,75	65,25	N.
Septembre.	72,0	71,00	47,25	Variabl
Octobre.	74,0	56,00	29,00	N.
Novembre.	80,0	38,00	37,00	S. et N.
Décembre.	77,0	31,35	76,80	N.
Total.	....	395,10	367,80	
		762,90		

M. Dhombres-Firmas s'est toujours servi de l'hygromètre à cheveu de Saussure. Ses observations de midi, en 1817, donnent pour humidité moyenne 66°,8.

La quantité moyenne de pluie à Alais = 1,033 mètr = (38p. 2lig, 15). En 1817, on n'en a recueilli que 0m,76290. Cette année doit donc être considérée comme sèche.

Sur quinze années d'observations, M. Dhombres-Firmas en a notées dix dans lesquelles la pluie de nuit a surpassé la pluie de jour. Le contraire, comme on peut voir, a eu lieu en 1817.

Le nombre moyen de jours de pluie à Alais, par 15 années d'observations, = 68; en 1817, il n'y en a eu que 54. Cette même année, on a eu 1 jour de neige, 55 jours de gelée, 2 de grêle et 14 de tonnerre.

Les progrès de la météorologie ne seront plus douteux lorsqu'il y aura, dans plusieurs villes de l'Europe, des observateurs aussi zélés et aussi instruits que M. Dhombres-Firmas.

SUR *le Raffinage du Camphre.*

Par M. CLÉMANDOT, Pharmacien de Paris.

PARMI les auteurs qui ont écrit sur le raffinage du camphre, Valmont de Bomare paraît avoir donné les meilleurs renseignemens, en prouvant que le camphre raffiné se met en pains, non par fusion, comme on l'avait cru jusqu'à lui, mais par sublimation, et en indiquant l'espèce de vaisseaux dont il fallait se servir, ainsi que le degré de feu nécessaire. Sans entrer dans le détail de tout ce qui a été écrit sur le raffinage du camphre, je vais exposer le procédé qui m'a constamment réussi.

On prend un vase à sublimer, semblable, quant à la forme, à une fiole à médecine, mais beaucoup plus évasé ; on y introduit environ un kilogramme et un quart de camphre brut, grossièrement pulvérisé, et que l'on a mêlé à 25 grammes de chaux vive en poudre ; on place le vase dans la capsule d'un bain de sable dont on augmente la profondeur en ajustant sur son bord un cercle en tôle que l'on retire vers la fin de l'opération, et l'on verse du sable de manière que la bouteille en soit recouverte jusqu'à la naissance de son goulot.

On chauffe ensuite graduellement le bain de sable, jusqu'à ce que le camphre soit bien fondu : sans cette précaution, la portion non fondue s'attacherait aux parois supérieures de la bouteille, et salirait le camphre qui viendrait s'y déposer. On maintient le feu au même degré pendant un quart-d'heure ou une demi-heure, afin de dissiper l'humidité que renferme toujours le camphre brut, et on le laisse tomber ensuite au point nécessaire pour que le camphre ne cesse pas de bouillonner, de manière qu'en approchant l'oreille on entende distinctement de légers soubresauts. C'est à ce point qu'il faut s'arrêter pour sublimer le camphre. Pour faciliter l'opération, on dégage le goulot de la bouteille du sable qui l'entoure ; l'air venant alors à frapper cette portion de l'appareil, la refroidit et détermine ainsi la condensation du camphre. On retire le sable successivement et par intervalles, en sorte qu'il n'en reste plus autour de la bouteille vers la fin de la sublimation. Il faut même, à ce moment-là, soulever la bouteille pour la dégager tout-à-fait. La soustraction du sable doit se faire lentement ; et même il serait nécessaire, si l'air était trop

froid, de garantir les parties de l'appareil d'où on a retiré le sable, en les couvrant d'un morceau de drap. Cette précaution est tellement importante, que si on la néglige, on voit bientôt le camphre qui occupe les portions de la bouteille soumises au contact de l'air froid prendre un aspect blanchâtre et opaque, tout différent de celui qu'il doit avoir pour être livré au commerce.

Le raffinage du camphre, en employant la quantité employée plus haut, exige sept à huit heures au moins, et des précautions très-minutieuses. Si l'on n'avait pas l'attention d'entretenir le bouillonnement du camphre au degré convenable, il se formerait une croûte à sa surface, que l'on ne ferait disparaître qu'en augmentant le feu, et l'on courrait le risque de fondre le camphre sublimé et de le faire tomber au fond de la bouteille. On reconnaît les progrès de la distillation en plongeant une baguette de fer dans la bouteille : le camphre s'attache autour, et indique exactement l'épaisseur de la couche à sublimer. Quand il n'en reste plus que quelques lignes, on retire la bouteille, et après un demi-quart-d'heure, on la mouille avec un linge trempé dans l'eau froide : cette précaution est nécessaire pour que le pain de camphre se détache facilement. Pour ne pas perdre ce qui reste au fond des bouteilles, ou qui adhère aux fragmens de verre, on peut, comme l'a indiqué M. Ferber, chauffer tous les résidus dans une chaudière de cuivre recouverte d'une calotte de même métal : le camphre s'attache aux parois de cette calotte, et on l'en retire aisément.

Pendant la fusion du camphre, le feu assez fort que l'on est obligé de faire réduit en vapeur une assez

grande quantité de camphre qui se répandrait en pure perte dans l'air si l'on n'obviait à cet inconvénient en adaptant vers le milieu du col de la bouteille un plateau de fer-blanc de quatre pouces de diamètre, destiné à soutenir un cône creux aussi en fer-blanc, où le camphre qui s'échappe de l'appareil vient se condenser. (Extrait du *Journ. de Pharm.* III. 353.)

Observations du Rédacteur.

Le procédé de M. Clémandot pour le raffinage du camphre nous paraît devoir bien remplir son objet; nos remarques porteront sur sa théorie, et conduiront peut-être à le rendre plus simple.

Le camphre entre en fusion à 175°. c., et bout à 204°: il n'y a par conséquent que 29° entre son point de fusion et celui de son ébullition. Cette circonstance explique seule les principales difficultés du procédé.

On conçoit en effet que si l'ébullition du camphre est trop rapide, la chaleur dégagée par la condensation de la vapeur portera la masse sublimée à 175°, et déterminera sa fusion. Il faut par conséquent que la quantité de vapeur qui se forme soit telle, que la chaleur qu'elle abandonne en se condensant compense seulement la perte de chaleur de la masse sublimée, de manière que celle-ci ne puisse jamais parvenir à 175°. La formation de la vapeur doit donc être lente, et, par suite, la sublimation très-longue.

Dans le commerce, on desire que le camphre soit compacte et demi-transparent. On remplit cette condition en condensant la vapeur camphrée à une tempéra-

ture très-voisine de celle où le camphre entre en fusion : mais si la condensation s'opère trop au-dessous de ce terme, le camphre se condense sous la forme de neige très-volumineuse, et retombe même à la surface du bain lorsque l'ébullition est trop lente, parce que la condensation s'opère à peu de distance de cette surface. Le raffinage du camphre par ce procédé exige donc la plus grande surveillance, et il en résulte une dépense de temps et de combustible qui élève nécessairement le prix du camphre.

En considérant que le raffinage du camphre consiste dans une véritable distillation, très-difficile de la manière dont elle est exécutée, nous avons pensé qu'on pourrait rendre ce procédé beaucoup plus simple et plus avantageux en distillant le camphre comme un liquide ; et l'expérience a parfaitement répondu à notre attente. Nous proposons donc à M. Clémandot de distiller le camphre dans une cornue, ou peut-être mieux dans une chaudière en forme d'alambic ; de tenir le sommet et le col assez échauffés pour que le camphre ne puisse s'y solidifier (ce qui se fera par la chaleur latente de la vapeur du camphre, si la distillation est assez rapide), et de recevoir le camphre liquide dans un récipient de cuivre étamé, formé de deux hémisphères juxtaposés. Lorsque le camphre sera solidifié dans l'hémisphère inférieur, on enlèvera le supérieur ; et si le pain de camphre ne se détachait pas de lui-même, on l'enlèverait sans peine après avoir chauffé un peu son enveloppe. Le camphre préparé de cette manière a tout-à-fait l'apparence de celui du commerce, et son raffinage ne coûtera pas le dixième du prix que doit coûter la sublimation telle que l'a pratiquée M. Clémandot.

ANALYSE *du Cobalt gris* (kobaltglanz) *et du Cobalt arsenical* (speiskobalt).

Par le Professeur STROMEYER.

LES mines de cobalt que M. Stromeyer a analysées, et sur lesquelles il a présenté deux dissertations à l'Académie des Sciences de Gottingue, en avril 1817, sont le cobalt gris de Skutterud, dans la paroisse de Modum en Norwège, et le cobalt gris de Riegelsdorf en Hesse. Ces deux minéraux, quoique ayant été déjà l'objet de quelques recherches, méritaient d'autant plus d'être soumis à un nouvel examen, que M. Haussmann, d'après des considérations cristallographiques, avait conjecturé qu'ils devaient contenir du fer sulfuré, auquel ils auraient emprunté leur forme, et qu'on devait par conséquent les placer dans le système minéralogique, à côté du fer sulfuré (1).

(1) Le Dr. Thomson, en rendant compte du Mémoire de M. Stromeyer, observe qu'il y a long-temps que Bernhardi avait émis l'opinion que le cobalt gris, qui paraît contenir environ 7 centièmes de pyrite martiale, devait sa forme à cette petite quantité de pyrite; et qu'on a souvent remarqué qu'une très-petite quantité d'un minéral peut communiquer sa forme à une bien plus grande quantité d'un autre. Ainsi, le grès de Fontainebleau a la forme cristalline du spath calcaire, quoique quelquefois la quantité de carbonate de chaux qu'il contient soit très-petite; et, d'après Bucholz, 3 parties de protosulfate de fer communiquent leur forme cristalline à 100 de sulfate de zinc.

Nous n'oserions affirmer que M. Bernhardi ne soit pas le

D'après la moyenne de plusieurs analyses différant peu entre elles, on a les résultats suivans :

Cobalt gris de Skutterud. Densité à 10° = 6,232.		*Cobalt arsenical de Riegelsdorf.* Densité à 10° = 6,449.	
Arsenic,	43,47 ;	Arsenic,	74,22 ;
Cobalt,	33,10 ;	Cobalt,	20,31 ;
Fer,	3,23 ;	Fer,	3,42 ;
Soufre,	20,08.	Soufre,	0,89 ;
		Cuivre,	0,16.
	99,88.		99,00.

Ou autrement :

Sulfure de cobalt,	49,39 ;	Arseniure de cobalt,	51,70 ;
Persulfure de fer,	7,03 ;	Arseniure de fer,	9,17 ;
Arsenic,	43,46.	Persulfure de fer,	1,55 ;
		Sulfure de cuivre,	0,20 ;
		Arsenic,	36,38.
	99,88.		99,00.

premier qui ait avancé que le cobalt gris dérivait sa forme de celle du fer sulfuré, parce que nous n'avons pas sous les yeux l'endroit dans lequel il a émis cette opinion ; mais cela nous paraît au moins fort douteux. M. Haüy a en effet avancé dès l'année 1801, dans son immortel *Traité de Minéralogie*, IV, 210, qu'on serait tenté de croire que l'identité de formes de certains cristaux de cobalt gris et de fer sulfuré serait due à une certaine proportion de fer sulfuré que le cobalt aurait admis dans sa composition, et qui lui aurait imprimé le caractère de sa propre cristallisation.

Nous ferons aussi remarquer que le grès cristallisé de Fontainebleau contient une beaucoup plus grande quantité de chaux carbonatée que ne paraît le croire le Dr Thomson. Les échantillons analysés par M. Sage ont donné environ un tiers de leur masse de chaux carbonatée, et ceux analysés récemment à l'Ecole des Mines près de 44 pour cent. R.

On voit, par ces résultats, que la nature du cobalt gris diffère essentiellement de celle du cobalt arsenical. La différence est moins due à la proportion des élémens, qu'à ce que, dans le premier minéral, le cobalt est à l'état de sulfure, et dans le second, à l'état d'arseniure. Néanmoins les deux minéraux se rapprochent en cela, que le sulfure et l'arseniure de cobalt sont combinés chacun avec de l'arsenic. Ils contiennent aussi du fer persulfuré; mais il y en a une plus grande quantité dans le cobalt gris que dans le cobalt arsenical, et il est très-probable que, dans ce dernier, le fer sulfuré est combiné, ou avec l'arseniure de fer à l'état de pyrite arsenicale, ou avec le sulfure de cuivre à l'état de pyrite cuivreuse.

Les analyses du cobalt gris de Tunaberg, par Klaproth et M. Tassaert (1), étant très-différentes de celle de M. Stromeyer, du cobalt de Skutterud, quoique les caractères physiques de ces deux minéraux soient exactement les mêmes, M. Stromeyer s'est déterminé à analyser le cobalt de Tunaberg, et il a trouvé les mêmes résultats que pour le cobalt de Skutterud.

Dans le cours de ses recherches, M. Stromeyer a eu l'occasion de se convaincre de nouveau que l'on ne peut

---

(1) Le cobalt de Tunaberg contient :

	D'après Klaproth.	D'après Tassaert.
Arsenic,	55,5.........	49,0;
Cobalt,	44,0.........	36,7;
Soufre,	0,5.........	6,5;
Fer,	0,0.........	5,7.
	100,0.........	97,9.

bien séparer l'arsenic du fer que par l'acide hydrosulfurique, et qu'en employant des sels de plomb, il se précipitait toujours de l'arseniate de fer. Il a aussi reconnu que l'ammoniaque caustique ou carbonatée ne séparait point exactement le fer du cobalt; car on retrouvait constamment du cobalt dans le précipité et du fer dans la dissolution. Le réactif qui réussit le mieux est l'acide oxalique, comme M. Tupputi l'a indiqué le premier. L'oxalate de fer retient bien toujours un peu d'oxalate de cobalt en dissolution; mais la quantité en est insignifiante et peut être négligée. On peut employer avec le même avantage l'acide oxalique pour séparer le fer du nickel; car M. Stromeyer a montré ailleurs qu'avec l'ammoniaque on ne peut y réussir.

La couleur verte que prennent ordinairement les dissolutions de chlorure de cobalt par la concentration provient bien plus ordinairement du fer que du nickel; il faut en effet une quantité notable de nickel pour faire tirer légèrement au vert la couleur indigo d'une dissolution concentrée et pure de cobalt, tandis qu'il ne faut qu'une très-petite quantité de chlorure de fer pour la verdir sensiblement. Il est encore digne de remarque que le chlorure de cobalt, étant entièrement desséché, prend, comme les autres sels de cobalt, une couleur rouge pâle. (GILBERT, *Annalen*. LVI. 185.)

Baromètre *thermométrique pour mesurer les hauteurs.*

Par le Révérend Francis John Hyde Wollaston.

(*Transactions philosophiques* pour 1817. 2e Partie) (1).

(Extrait.)

Le degré de chaleur où l'eau commence à entrer en ébullition variant avec la hauteur du baromètre ou la pression atmosphérique, il doit être possible, si l'on donne aux degrés de l'échelle d'un thermomètre une étendue suffisante, d'appliquer utilement ces variations à la mesure des hauteurs. Cette idée, dit M. Wollaston, n'est pas nouvelle; on la trouve dans une dissertation de Fahrenheit portant ce titre : *Barometri novi descriptio* (*Trans. philos.* vol. XXXIII, p. 179), et dans un Mémoire de Cavallo qui a été inséré dans le vol. LXXI du même recueil; mais l'instrument n'avait pas encore acquis, dans les mains de ces savans, assez de perfection pour être employé avec quelque succès dans la pratique.

Les degrés de Fahrenheit sur le thermomètre avec lequel l'auteur a fait la plupart de ses observations, avaient eviron 4 pouces anglais de longueur (101,6 millimètres.) Chacun d'eux était immédiatement divisé en

---

(1) L'auteur de ce Mémoire est le frère du Dr William Hyde Wollaston, si connu dans le monde savant par ses ingénieuses découvertes. R.

100 parties; un vernier donnait le moyen d'évaluer des millièmes de degrés.

En comparant cet instrument à deux excellens baromètres construits par Troughton et Carry, M. Wollaston a trouvé pour le degré de l'ébullition de l'eau correspondant à une pression atmosphérique de $30^{\text{pouces}},603$ anglais ($777^{\text{mm}},307$), $213^{\circ},367$ Fahrenheit ou $100^{\circ},759$ centigrades; dans une autre circonstance, le baromètre étant à $28^{\text{p}},191$ (1) ($716^{\text{mm}},043$), le thermomètre plongé dans la vapeur d'eau bouillante marquait $209^{\circ},263$ Fahrenheit ou $98^{\circ},479$ centigrades : $2^{\text{p}},412$ de variation dans la pression atmosphérique correspondent donc à $4^{\circ},104$ Fahr. de variation sur l'échelle du thermomètre; d'où l'on déduit, par une partie proportionnelle, que le degré de l'ébullition de l'eau change de 1° Fahrenheit pour une variation dans la hauteur du baromètre égale à $0^{\text{p}},588$. En transformant ce résultat en mesures françaises, on trouverait que 1° centigrade correspond à $26^{\text{millim.}},870$ sur l'échelle du baromètre. La sensibilité des deux instrumens serait donc précisément la même si les degrés du thermomètre centigrade avaient environ $27^{\text{mill.}}$ (2).

---

(1) Ces pressions barométriques sont réduites à 32° Fahrenheit ou 0° centigrades.

(2) Au niveau de la mer, le baromètre baisse d'*un* millimètre environ quand on s'élève de 10 mètres; tandis que, dans les mêmes circonstances, le degré de l'ébullition de l'eau ne varie que de $\frac{1}{27}^{\text{me}}$ de degré centigrade. On ne peut donc pas espérer d'arriver à quelque exactitude dans la mesure des

L'influence qu'un changement donné dans la pression atmosphérique exerce sur le degré de l'ébullition de l'eau n'est pas exactement la même à toutes les hauteurs du baromètre; mais M. Wollaston n'a pas cherché à découvrir la loi que suivent ces variations (1).

A l'époque de la publication du Mémoire que nous analysons, l'auteur n'avait encore fait qu'un petit nombre d'applications de sa méthode. La galerie dorée du dôme de Saint-Paul à Londres est élevée, suivant le général Roy, de 281 pieds anglais; le thermomètre donna 279. Une station près de Woolwich parut être à 448 pieds de hauteur : le nombre qu'il aurait fallu trouver est 444.

---

hauteurs à l'aide du thermomètre, si les divisions de l'échelle ne permettent pas de lire au moins des centièmes de degré. R.

(1) Voici quelques observations directes de sir Georges Shuckburgh qui font connaître les degrés de l'ébullition de l'eau pour différentes valeurs de la pression barométrique, mais seulement en centièmes de degré.

Hauteur barométrique.	Degré de l'ébullition de l'eau.	
786mm,298;	101°,64 centigr.	Cette hauteur barométrique est peut-être la plus grande qu'on ait jamais observée.
762,193;	100,68;	
757,033;	100,53;	
720,767;	98,88;	
673,040.	97,25.	

Toutes ces hauteurs barométriques sont ramenées à + 10° centigrades. R.

Dans deux autres épreuves et sur des hauteurs d'environ 300 et 400 pieds anglais, l'erreur ne surpassa pas 2 pieds.

Il nous reste maintenant à décrire les précautions auxquelles les artistes doivent s'astreindre pour que ces thermomètres soient à-la-fois exacts et portatifs. La fig. 7, planc. 1re, représente le thermomètre placé horizontalement. Les parois de la boule *A* doivent être fortes ; il est bon pour cela de souffler cette boule séparément au bout d'un tube de verre épais, et dont l'ouverture peut être assez considérable, comme, par exemple, de 3 ou 4 dixièmes de ligne : on lui adapte ensuite le petit tube mince et calibré qui doit compléter l'instrument.

Immédiatement au-dessus de la boule *A*, le souffleur doit ménager un renflement *B* qui contienne *aussi exactement que possible* tout le mercure que la dilatation fait passer de la boule dans le tube supérieur, entre la température ordinaire et celle de l'ébullition de l'eau. Si ce renflement était trop petit, la totalité du mercure descendrait dans la boule, et une secousse un peu violente serait fort à craindre ; si, au contraire, il était trop grand, un peu de mercure resterait dans le tube, et pourrait être détaché par un choc. Il sera bon aussi, pendant que le verre est mou, de pratiquer comme en *C* de petites protubérances, dont on tirera un parti utile lorsqu'il s'agira de fixer invariablement l'instrument dans sa monture.

Avant de souder le tube à la boule, celle-ci doit être remplie de mercure : il faut que la jointure soit, autant que possible, exempte d'aspérités. Le tube est cassé *net* à son extrémité ; un bout de tube, moins capillaire, mais du même diamètre extérieur, est ajusté en *F*, et donne

ainsi un petit espace vide dont on tire parti, comme on verra tout-à-l'heure, lorsqu'on veut appliquer le même instrument à la mesure de plusieurs hauteurs très-différentes.

M. Wollaston a remarqué qu'il serait dangereux de donner trop d'étendue aux degrés de l'échelle. Lorsque le tube est extrêmement fin, il faut que le verre de la boule soit épais. Sans cela, le mercure, éprouvant une résistance sensible en frottant contre le tube, réagit sur la boule, force ses parois à céder, et n'indique pas toujours le même degré dans des circonstances d'ailleurs parfaitement semblables. *Cinq centimètres par degré centigrade* paraissent des dimensions très-convenables. Du reste, ici, comme avec le baromètre ordinaire, il sera bon de n'observer la hauteur du mercure qu'après s'être constamment assuré par plusieurs petits chocs qu'il a vaincu les frottemens qui s'opposent à sa marche.

Les défauts du baromètre ordinaire sont sa longueur, son poids, et par-dessus tout sa fragilité : le thermomètre de M. Wollaston serait plus long, et par conséquent plus incommode encore, si les divisions de l'échelle, tout en conservant l'étendue que nécessite le parti qu'on veut en tirer, s'étendaient de la glace fondante à 100° ; mais en proportionnant convenablement la quantité de mercure qui entre dans la boule à ses dimensions, l'artiste peut toujours faire en sorte que ce liquide ne commence à s'élever dans le tube que tout près du terme de l'ébullition. Dès-lors l'échelle n'a plus besoin de renfermer que quelques degrés, et l'instrument devient portatif. Si l'on suppose, par exemple, que chaque degré occupe 5 centimètres, il suffira de donner au thermomètre une

longueur de 17 centimètres ($6\frac{1}{4}$ pouces), la boule comprise, pour qu'il marque les températures de 97° à 100 centigrades. Le 100me degré sera le point de l'ébullition de l'eau au niveau de la mer, ou par une hauteur barométrique de 760 millimètres, tandis que le 97me marquera l'ébullition correspondante à $682\frac{1}{2}$ millimètres de pression, ou à une élévation de près de 1000 mètres. Passé ce terme, l'instrument ne marquerait plus rien, puisque tout le mercure serait rentré dans la boule. M. Wollaston indique cependant un moyen de se servir de la même petite échelle de 3° dans la mesure de toutes les hauteurs possibles. Voici comment il opère pour cela.

A la station la moins élevée parmi celles dont on veut trouver la différence de niveau, on commence d'abord par exposer le thermomètre à la vapeur d'eau bouillante, de manière à faire communiquer le mercure du tube avec le globule qui est tenu en réserve dans le petit récipient *F*. Comme il importe d'éviter que le 100me degré ne corresponde *exactement* à l'extrémité du tube, on ferme avec une cheville en bois l'ouverture du vase par laquelle la vapeur s'échappe : cette vapeur acquiert ainsi plus de 100°, et il passe en *F* un peu plus de liquide que la pression atmosphérique ne le comporterait. Une légère secousse détache ensuite, pendant les premières secondes du refroidissement, le mercure contenu en *F* de celui que le tube renferme, et l'instrument peut dès-lors servir sans autre modification pour mesurer les hauteurs moindres que 1000 mètres. Parvenu à ce point, après avoir remarqué quel était le degré de l'ébullition dans le premier état de l'instrument, on fait

rentrer dans le tube, et par les moyens déjà indiqués (1), une partie du globule *F*; le 97me degré est transporté ainsi vers l'extrémité supérieure de l'échelle, et l'on a un nouvel intervalle de 3° centigrades pour mesurer une seconde différence de niveau. On fera une opération toute pareille en passant de la troisième à la quatrième station, et ainsi de suite, quelle que soit la hauteur que l'on veuille atteindre. Puisqu'à chaque station on est le maître d'évaluer avec exactitude à combien de degrés et de fractions de degré chaque introduction du mercure dans le tube a correspondu, on pourra noter le degré de l'ébullition de l'eau à la station la plus élevée, comme si l'échelle était complète.

En faisant bouillir l'eau à chaque station, il importe que la boule du thermomètre soit seulement plongée dans la vapeur dont la température, comme on sait, est plus constante que celle de l'eau. Le vase dans lequel M. Wollaston place ce liquide est un cylindre de cuivre mince; il a $5\frac{1}{2}$ centimètres (2 pouces) de diamètre et $13\frac{1}{2}$ centimètres (5 pouces) de profondeur, et est entouré d'un second cylindre du même métal à la dis-

---

(1) Des secousses ne suffisent pas pour cela si le thermomètre est bien capillaire. Pour faire descendre une portion de mercure de *F* dans le tube *D*, il faudra toujours, comme le recommande M. Wollaston, échauffer la boule de l'instrument, de manière que le liquide contenu dans le tube monte et se mette en communication avec celui que le récipient *F* renferme, et dont il ne se sépare ensuite, après le refroidissement, qu'en inclinant le thermomètre, ou à l'aide d'une secousse brusque. R.

tance de 2 millimètres ; ce qui empêche le calorique de se transmettre trop promptement à l'air extérieur. Le fond du cylindre est simple, des ouvertures convenablement placées donnent une issue à la vapeur. La lampe doit être alimentée avec du suif ou de la cire.

Il serait inutile de rapporter ici des détails de construction qui, bien qu'importans, peuvent être variés à volonté. Nous dirons seulement que la hauteur du mercure s'observe avec une loupe, et qu'un vernier sert à subdiviser les parties déjà fort petites de l'échelle ; que le thermomètre et la lampe sont garantis du vent par une petite tente qui sert en outre à maintenir l'appareil dans une position verticale ; que le tout pèse moins d'une livre (500 grammes), et est renfermé dans une boîte cylindrique de fer-blanc qui peut se mettre dans la poche d'un habit : car elle n'a que deux pouces de diamètre et dix pouces de long.

Le thermomètre de M. Wollaston doit être considéré, ainsi qu'on a pu voir, comme un moyen particulier d'évaluer la pression de l'atmosphère, et on pourra toujours ramener les indications qu'il fournit à des pressions barométriques proprement dites à l'aide de la table que M. Dalton a donnée sur la force élastique de la vapeur d'eau. Dès-lors les méthodes pour le calcul des hauteurs seront absolument les mêmes que si on avait employé dans les observations un véritable baromètre. On pourra, par exemple, se servir des tables si commodes de M. Oltmans, pourvu qu'on ait eu l'attention de joindre aux indications du thermomètre de M. Wollaston, celles d'un thermomètre libre destiné à faire connaître la température de l'air au moment de l'observation.

Les physiciens qui voudront essayer de mesurer des hauteurs avec le nouvel instrument de M. Wollaston pourront se le procurer chez M. Lerebours, opticien du Bureau des Longitudes et de la Marine, place du Pont-Neuf, à Paris.

NIVELLEMENT *barométrique et profil du Jura. — Examen critique des nivellemens barométriques, et de ceux qu'on obtient par les distances au zénith.*

Par M. DELCROS, Capitaine au Corps royal des Ingénieurs-géographes, etc.

(*Biblioth. univers.* Mars 1818. p. 164.)

ON trouve, dans les *Mémoires* de M. Ramond *sur le Nivellement barométrique des monts Dores et des monts Domes*, le paragraphe suivant :

« Nous nous sommes bien convaincus, M. Broussaud » et moi, que des mesures barométriques prises avec » soin sont préférables aux mesures trigonométriques » elles-mêmes, toutes les fois que celles-ci ne reposent » pas sur des observations réciproques et très-multi- » pliées, faites avec d'excellens instrumens et par des » personnes très-expérimentées, avec tout l'appareil et » le temps que de semblables opérations requièrent. »

L'écrit de M. Delcros peut être considéré comme le développement du passage de M. Ramond que nous venons de rapporter.

En parcourant, en 1813, la chaîne du Jura pour la recherche de points géodésiques, M. Delcros eut l'idée

de noter, plusieurs fois le jour, la hauteur de son baromètre. Il a calculé ces observations successives *comme si elles étaient simultanées*, et présente les différences de niveau qu'il en a déduites à côté de celles qu'on obtient quand on compare les mêmes hauteurs barométriques aux observations correspondantes de Paris, de Genève et de Strasbourg. En convenant que ces divers résultats s'accordent passablement bien, nous ferons remarquer que la seule conséquence qu'on puisse en tirer, c'est que le baromètre ne variait pas sensiblement les jours que M. Delcros avait choisis pour ses observations. Je connais un voyageur qui a fait seul et avec succès le nivellement barométrique d'une partie de la chaîne des Pyrénées; mais il n'a réussi qu'en s'astreignant à une foule d'attentions dont M. Delcros ne parle pas, et parmi lesquelles je citerai, par exemple, celle de ne jamais quitter une station qu'après y avoir préalablement déterminé le changement horaire du baromètre et du thermomètre, afin d'être en mesure de calculer, du moins approximativement, l'état de ces instrumens pour le moment où il atteignait la seconde station. *On sera justement étonné*, comme le dit M. Delcros lui-même, que des observations non corrigées, et qui, loin de se correspondre, étaient quelquefois séparées par des intervalles de plusieurs heures, n'aient pas présenté de plus grandes discordances; mais c'est à tort qu'en se fondant sur ces résultats isolés, on se croirait autorisé à recommander une méthode dont les défauts sont trop palpables pour qu'il soit nécessaire de les signaler en détail. Voici, au reste, quelques-unes des déterminations moyennes obtenues par M. Delcros, en se servant exclusivement du

baromètre qu'il appelle, on ne sait trop pourquoi, *un instrument si peu apprécié, si dédaigné,* SI PEU CONNU.

	Elévation sur la mer.
GEX (sol de la Poste aux Chevaux).	609 mètres.
MONT COLOMBIER (Sommet) . . .	1702
MIJOUX (sol à l'Auberge).	1017
LONS-LE-SAUNIER.	269
MONT TOURGET (Sommet)	524
CHATEAU MIREBEL (Pied du signal géodésique).	701

Ces déterminations supposent que les hauteurs de Paris (à l'Observatoire), Genève et Strasbourg, au-dessus du niveau de la mer, sont respectivement 72 mètres, 400 mètres et $151\frac{1}{2}$ mètres.

On ne peut s'empêcher de reconnaître que l'*examen critique* auquel M. Delcros s'est livré sur les nivellemens obtenus par des distances au zénith, a, sinon le mérite de la nouveauté, du moins celui d'être parfaitement fondé. Tout le monde accordera sans peine que les anomalies de la réfraction terrestre produisent quelquefois de graves erreurs, et que le seul moyen certain d'y remédier serait d'employer des distances au zénith réciproques et instantanées; qu'à défaut de telles distances, il sera bon de s'astreindre à faire les observations vers les mêmes heures du jour et les mêmes saisons, c'est-à-dire, dans des circonstances atmosphériques pareilles; et toutefois on aurait tort, même avec toutes ces précautions, de compter, quoique M. Delcros le pense, sur l'exactitude des résultats *à une faible fraction de mètre.* Les causes qui font varier la réfraction terrestre sont souvent fugitives, éloi-

gnées, et dès-lors les instrumens que l'observateur peut consulter ne les indiquent pas. M. Delcros imagine, il est vrai, *que, dans la même saison, les réfractions sont à-peu-près horaires*, et regarde comme *un grand et utile travail de déterminer les valeurs horaires du coefficient.* Quant à moi, j'admets volontiers avec cet ingénieur *que, dans une position donnée* de l'observateur et du signal, la réfraction terrestre peut généralement varier avec l'heure, de la même manière, pendant plusieurs jours consécutifs; mais je me permettrai toutefois de faire remarquer qu'il serait également contraire à la théorie des réfractions et à l'expérience, de transporter à une localité ce qui aurait été observé dans une localité différente. Je m'étonne que M. Delcros, qui doit avoir une si grande habitude des observations géodésiques, se soit flatté de trouver des règles fixes pour le calcul d'un élément aussi variable que la réfraction terrestre. Ne lui serait-il donc jamais arrivé de voir un signal changer subitement de hauteur, même dans la nuit et sans aucune cause apparente, de 15 ou 20 secondes sexagésimales?

Examen *de l'influence horaire sur les résultats des mesures barométriques.*

Par M. Delcros.

(*Biblioth. univers.* tome VII. page 236.)

L'objet que M. Delcros se propose dans ce Mémoire est de déterminer par expérience à quelle heure de la

journée les observations barométriques fournissent les résultats les plus précis. L'une des stations dont il avait fait choix était à Strasbourg, dans le cabinet de M. Herrenschneider, professeur de Physique à l'Académie et observateur très-exact; l'autre, au château fort du Lichtemberg, situé sur une sommité isolée des Vosges, à environ dix lieues au nord de Strasbourg. La différence de niveau des deux stations, *déterminée par des distances au zénith réciproques, non instantanées,* avait été trouvée antérieurement de 264$^{\text{mèt.}}$,35. Les observations barométriques étaient simultanées sur les deux points; on les faisait à 8 heures du matin, 10 heures, *midi*, 2 heures et 4 heures du soir. Ce travail dura 22 jours, savoir : du 4 au 26 novembre 1812, par un temps généralement fort défavorable. Néanmoins les déterminations partielles obtenues en comparant les observations des mêmes heures, ne se sont jamais éloignées du résultat de la mesure géodésique de plus de 13^{m},5. En combinant l'ensemble des observations d'un même jour, l'erreur n'atteint pas 10 mètres. Enfin, si l'on forme des groupes séparés de toutes les observations des mêmes heures, on trouvera les erreurs *moyennes* suivantes :

	mètres
8 heures du matin,	— 3,58;
10 heures.	— 2,23;
Midi.	— 0,62;
2 heures.	— 0,59;
4 heures.	— 1,02.

Ces erreurs sont les différences entre les résultats obtenus par le baromètre et celui que les distances au zénith avaient fourni : elles sont, comme on voit, assez

petites; mais il est bon de remarquer que la hauteur totale mesurée n'est elle-même que de 264 mètres.

M. Ramond avait conclu de ses nombreuses expériences que les observations de midi sont celles qui donnent les résultats les plus précis, du moins lorsqu'on adopte pour coefficient de la formule le nombre 18336 mètres. Ici, la discordance qui correspond à 2 heures est plus petite que celle de midi de 3 *centimètres* (1 *pouce environ*); mais est-ce bien sérieusement qu'on en a fait la remarque? Les déterminations barométriques comportent-elles la précision *d'un pouce?* Comment d'ailleurs ne s'est-on pas souvenu que le nombre 264$^{\text{mèt.}}$,35, qu'on suppose être la vraie différence de niveau, et auquel toutes les mesures barométriques ont été comparées, avait été obtenu par une méthode (celle des distances au zénith réciproques *non instantanées*), déjà signalée avec raison, un mois auparavant, dans le Cahier de mars du même journal, comme sujette à de graves erreurs? Or, qui ne voit que si la vraie différence de niveau entre Strasbourg et le Lichtemberg était seulement d'un mètre plus petite qu'on ne l'a supposé, ou égale à 263$^{\text{mèt.}}$,35, l'erreur des observations barométriques de midi serait moindre que celle de 2 heures? Il me semble que lorsqu'on veut tirer quelques conclusions des déterminations fournies par les expériences, il est nécessaire avant tout d'examiner entre quelles limites les erreurs peuvent être comprises. Les *trois centimètres* sur lesquels on s'est appuyé pour recommander les observations barométriques de 2 heures après midi, me rappellent ce calculateur qui naguère avait exprimé la distance du soleil à la terre *en millimètres*, sans remarquer qu'un chan-

gement d'un *seul dixième de seconde* sur la valeur 8",5 de la parallaxe qu'il avait employée aurait fait varier la distance de *plusieurs centaines de mille lieues*.

Je ne dois pas terminer cet article sans faire remarquer que le Mémoire qui y a donné lieu n'est pas rédigé par M. Delcros, quoique cet ingénieur ait fourni les élémens du calcul.

Découverte *du cobalt dans le fer météorique.*

Par M. Stromeyer.

Quoique l'on eût soupçonné que le cobalt était une des parties constituantes des pierres météoriques, il n'en existait jusqu'à présent aucune preuve directe. Klaproth avait seulement remarqué, dans son analyse de l'aérolithe tombé à Aichstaedt le 19 février 1785, que le sel de nickel et d'ammoniaque qu'il avait obtenu, et qui était exempt de fer, prenait, en le faisant chauffer dans un creuset de platine, une couleur d'un bleu violet, qui disparaissait par le refroidissement et revenait encore par la chaleur. Ce phénomène ne s'était plus présenté dans ses nombreuses analyses des aérolithes, et par conséquent l'existence du cobalt dans ces pierres était encore très-douteuse.

Le fer météorique dans lequel M. Stromeyer a trouvé le cobalt appartient à la grosse masse de fer que l'on a découverte, déjà depuis plusieurs années, au cap de Bonne-Espérance, et dont Van-Marum et Dankelmann ont donné une description exacte. Smithson Tennant

avait prouvé en 1806 que ce fer contenait du nickel, et il avait par là constaté son origine météorique. Il serait maintenant nécessaire de rechercher si le cobalt accompagne le nickel dans les autres masses de fer météorique, et s'il en est une des parties constantes et caractéristiques. M. Stromeyer n'a pu découvrir ce métal ni dans la masse de fer de Sibérie découverte par Pallas, ni dans celle d'Ellenbogen en Bohème. (*Gilbert. Annalen.* LVI. 191.)

Sur *la Préparation de l'Oxide rouge de mercure.*

L'oxide rouge de mercure que l'on trouve dans le commerce, ou que l'on prépare dans les laboratoires, a une couleur variable du rouge orangé au jaune rougeâtre. On remarque en même temps une très-grande variation dans son grain et son apparence cristalline. Malgré ces différences, sa nature chimique est constamment la même, et par la trituration on peut toujours le ramener à avoir la même apparence que l'oxide précipité du perchlorure ou du pernitrate de mercure par la potasse.

La variation de la couleur et du grain du peroxide de mercure du commerce dépend de l'état cristallin du nitrate de mercure que l'on décompose par le feu. Si l'on prend du nitrate bien broyé, on obtient un oxide jaune orangé en poudre : des cristaux volumineux et denses du même sel donnent un oxide d'un orange foncé; mais si le nitrate est en petits grains cristallins, l'oxide est cristallisé et d'un rouge orangé. Le pernitrate m'a donné un plus bel oxide.

G. L.

SUR *un nouveau Métal* (*le Cadmium*).

M. HERMANN, qui est dans ce moment à Paris, m'avait communiqué, il y a plus d'un mois, la nouvelle de cette découverte qu'il avait reçue de son père, de Schoenebeck, près de Magdebourg; mais n'ayant reçu aucun détail, j'avais différé d'en parler dans notre journal. Je dois aujourd'hui à l'obligeance de M. Hermann un échantillon du nouveau métal, qui nous a permis de vérifier ensemble les principales propriétés que M. Stromeyer lui a reconnues, et dont il avait fait part à M. Hermann le père dès le 19 du mois d'avril.

Le nouveau métal ressemble à l'étain par sa couleur, son éclat, sa mollesse, sa ductilité et le cri qu'il fait entendre quand on le ploie.

Il se fond et se volatilise un peu avant le zinc.

Il conserve son brillant à l'air; mais, au moyen de la chaleur, il se change en un oxide jaune orangé qui n'est point volatil et qui se réduit très-aisément.

Cet oxide ne colore point le borax; il se dissout très-bien dans les acides et forme des sels incolores, d'où il est précipité en blanc par les alcalis.

L'acide hydrosulfurique le précipite en jaune comme l'arsenic.

Le zinc le précipite à l'état métallique. Nous avons trouvé sa densité à 25° de 8,6350.

Il a été découvert, l'automne de l'année dernière, dans de l'oxide de zinc, par M. Stromeyer, à l'occasion de l'examen des pharmacies du Hanovre, dont il est chargé. M. Hermann, qui prépare cet oxide en grand pour la médecine, ayant reçu la défense de continuer à en vendre (parce

qu'en examinant quelques pharmacies prussiennes on avait cru reconnaître dans l'oxide la présence de l'arsenic), en fit un examen particulier, et s'aperçut qu'il renfermait un corps nouveau qu'il obtint isolé, et qu'il envoya à M. Stromeyer, pour le prier de vérifier ses conjectures. M. Stromeyer reconnut bientôt qu'il avait les mêmes propriétés que le métal qu'il lui annonça avoir découvert auparavant, et auquel il propose de donner le nom de *Cadmium*. J'espère pouvoir donner de plus grands détails dans le Cahier prochain. G. L.

RECHERCHES *chimiques sur le principe actif de la pyrèthre, et sur la nature des principes constituans de cette racine.*

Par M. GAUTIER, Pharmacien de Paris.

LA pyrèthre (*anthemis pyrethrum L.*) croît assez abondamment dans le midi de la France. Son usage en médecine est dû à un principe âcre, stimulant à tel point, que, lorqu'on mâche cette racine, elle occasionne une salivation abondante. L'analyse que M. Gautier en a faite lui a prouvé que son principe actif était renfermé dans son écorce. Il le considère comme une huile très-odorante, plus légère que l'eau, congelable par le froid, et se saponifiant bien avec les alcalis. On obtient cette huile en traitant la pyrèthre en poudre par l'éther sulfurique ou l'alcool, qui la dissolvent très-bien.

L'autre principe remarquable que M. Gautier a trouvé

dans la pyrèthre est l'inuline; mais M. John l'avait déjà reconnue dans la même plante, ainsi que dans l'*angelica archangelica* et la noix de galle. (*John's tabellen der pflanzen analysen.*) Lorsqu'après avoir épuisé la racine de la pyrèthre par l'éther, l'alcool et l'eau froide, on la traite par l'eau bouillante, celle-ci dissout l'inuline, et la laisse précipiter par le refroidissement, au bout de quelques heures. Indépendamment de l'huile et de l'inuline, la racine de pyrèthre contient, 1° un principe colorant jaune qu'on obtient isolé, en mettant la racine en contact avec l'alcool, après l'avoir épuisée par l'éther; 2° de la gomme que l'on sépare par la macération dans l'eau froide; 3° du ligneux, qui reste après le traitement par l'éther, l'alcool et l'eau.

100 parties de pyrèthre sont approximativement composées de :

Huile	5
Principe colorant jaune	14
Gomme	11
Inuline.	33
Ligneux	35
Chlorure de calcium, des traces.	
	98.

(*Journ. de Pharm.* IV. 49.)

Lettre *de M.* Dulong *à M.* Gay-Lussac.

« Monsieur,

» J'ai été aussi surpris que péniblement affecté en lisant, dans le dernier Cahier des *Annales de Chimie et de Physique*, page 409, une réclamation relative à la découverte de l'acide nitreux liquide, par laquelle se terminent les observations critiques sur le Mémoire de M. Dalton. La manière dont cette réclamation est présentée tend à faire croire que j'ai eu l'intention d'induire en erreur les chimistes, sur les droits incontestables que vous avez à l'honneur de cette intéressante découverte. Heureusement qu'en expliquant les motifs de l'assertion qui a paru si répréhensible, il me sera facile de me justifier d'une inculpation si peu vraisemblable en elle-même, et fondée sur une supposition si éloignée de mes sentimens. Le véritable tort que j'ai eu, mais, à ce que je crois, le seul, c'est de n'avoir pas cité le Mémoire qui m'a fait dire que M. Berzelius avait déjà *remarqué* la production du liquide que vous avez obtenu le premier en distillant le nitrate de plomb. Ce n'est pas assurément celui dont on a transcrit un passage dans l'article auquel je réponds : ce passage a si peu de rapport avec le sujet en question, que s'il était le seul fondement de mon allégation, elle aurait dû paraître en effet fort étrange ; mais on peut voir, dans les *Annales de Chimie*, t. LXXXIII, p. 9, 10, 11, 23, qu'en calcinant plusieurs variétés de nitrite de plomb préalablement desséché, M. Berzelius obtint un liquide fumant désigné dans un endroit par le nom d'*acide nitrique*, et dans l'autre, par celui d'*acide*

nitreux, lequel est identique avec l'acide nitreux liquide que vous avez obtenu par un procédé bien préférable. Toutefois M. Berzelius n'a fait aucune recherche sur cette substance pour en déterminer la composition ; et il ne relate sa production que comme une preuve de l'existence de l'eau dans les sels qu'il examine. En partant, au contraire, de l'idée beaucoup plus vraisemblable que ces sels devaient être parfaitement secs, parce que, dans cette hypothèse, ils cessaient de faire exception aux lois générales des proportions chimiques, je présumai que ce liquide était privé d'eau ; et cette conjecture s'est trouvée confirmée par les expériences rapportées dans mon Mémoire. Il était donc très-naturel et très-juste qu'après avoir été dirigé dans mes recherches par cette observation de M. Berzelius, j'indiquasse la source où j'avais puisé. Cette explication suffira sans doute pour ceux qui, ne me connaissant pas assez, auraient pu se laisser tromper sur mes véritables intentions. Pour vous comme pour M. Arago, j'aime à croire qu'elle n'était pas nécessaire : il me serait trop pénible de penser que vous auriez pu méconnaître un seul instant la profonde estime et l'amitié sincère que votre talent et votre caractère n'ont jamais cessé de m'inspirer. »

EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 4 *mai* 1818.

M. le baron Cholet, marquis Dangeau, envoie la description d'un nouveau cabestan.

M. Vauquelin, élève ingénieur des ponts et chaussées, adresse quelques observations sur la nouvelle écluse de sir William Congrève. Ces deux objets seront examinés.

M. Biot lit l'extrait d'une lettre de M. Pond relative à de nouvelles observations du pendule faites à l'Observatoire de Greenwich. Cet habile astronome annonce, dans la même lettre, s'être assuré que la double parallaxe annuelle de l'Aigle, d'Arcturus et de la Lyre n'excède pas *un quart* de seconde en arc. (Nous nous proposons de consacrer prochainement un article détaillé aux observations qui ont été faites depuis quelques années relativement à la longueur du pendule à secondes sous diverses latitudes, et d'exposer aussi l'état actuel de nos connaissances au sujet de la distance des étoiles.)

M. Berthollet a fait un rapport sur le 7me *Mémoire* de M. Chevreul *relatif aux Corps gras*. Ce Mémoire étant déjà connu de nos lecteurs, nous nous contenterons de dire que l'Académie lui a donné son approbation.

M. Arago fait le rapport verbal dont il avait été chargé, sur l'expédition anglaise du Congo. (Nous l'avons inséré dans le dernier Cahier.)

Séance du lundi 11 *mai*.

M. Delambre rend un compte verbal du nouvel ouvrage que M. Bessel vient de publier sur les observations de Bradley.

M. de Manoury-d'Ectot adresse la description de ses nouvelles machines à feu. Elle est renvoyée à l'examen d'une commission.

M. Thenard fait un rapport sur le *Mémoire* de MM. Pelletier et Caventou *relatif à la Cochenille*. Ce

Mémoire, dont nous donnerons prochainement un extrait détaillé, a paru digne d'être inséré dans le *Recueil des Savans étrangers.*

M. Bosc lit un rapport sur un *Mémoire* de M. de France *relatif à une espèce de coquilles* auxquelles on a donné le nom de *cabochons.*

M. de France établit, dans ce Mémoire, sur des échantillons qui ont été présentés aux commissaires, que la patelle mitrate parmi les existantes, et la patelle corne d'abondance parmi les fossiles, ainsi que quelques autres inédites, rapportées au genre cabochon, sont des bivalves et doivent composer un nouveau genre.

M. Girard lit un *Mémoire* de M. Legallois *sur les Chemins en fer usités en Angleterre.*

On commence la lecture d'un *Mémoire* de M. Risso intitulé : *Coup-d'œil géologique sur les environs de Nice.*

Séance du lundi 18 *mai.*

M. Laplace lit un *Mémoire sur la Rotation de la terre.* (*Voyez* plus haut.)

M. Arago fait un rapport sur un *nouveau Traité de Géométrie descriptive*, par M. Vallée, ingénieur des ponts et chaussées.

Cet ouvrage est rédigé avec beaucoup de méthode et de clarté. Les 59 planches qui accompagnent le texte sont parfaitement dessinées. Chaque épure offre, dans les plus petits détails, toutes les constructions qu'il faut exécuter pour arriver à la solution du problême, et néanmoins on n'y remarque aucune confusion. Il est

à desirer que cet habile ingénieur puisse trouver, dans les encouragemens du gouvernement, les moyens de livrer son ouvrage à l'impression, et qu'il achève ceux dont il s'est déjà occupé, et qui doivent contenir les applications de la géométrie descriptive à l'art du charpentier et à celui du tailleur de pierre.

M. Girard fait un rapport sur le *Mémoire* de M. Legallois *relatif aux chemins en fer usités en Angleterre, et notamment à Newcastle et dans le Northumberland.*

On avait pratiqué depuis long-temps pour l'exploitation des mines, dans quelques contrées de l'Allemagne, des chemins ou charrières formées de pièces de bois longitudinales, sur lesquelles on faisait cheminer dans les galeries des chariots appropriés par leurs formes et leurs dimensions à cette espèce de roulage. Depuis, l'on a imaginé en Angleterre de substituer à ces pièces de bois des chemins ou charriers en fonte de fer. La description de ces chemins forme l'objet du Mémoire de M. Legallois. Suivant lui, une étendue de 28 lieues carrées, dans les environs de Newcastle, présente déjà à ciel ouvert un développement de chemins en fer de 75 lieues, et l'intérieur des mines offre un développement aussi considérable. Toutes les particularités de la manœuvre des chariots sont décrites avec beaucoup de détail par M. Legallois. Son Mémoire doit être bientôt imprimé; il sera très-utile aux personnes qui pourront être tentées de faire construire chez nous des chemins de bois ou de fer semblables à ceux d'Allemagne ou d'Angleterre.

M. Gondret lit un *Mémoire sur l'Application des*

ventouses dans diverses maladies. (Il est renvoyé à l'examen d'une commission.)

On achève la lecture du *Mémoire* de M. Risso *sur la Géologie des environs de Nice.* (Une commission l'examinera.)

M. Delambre fait un rapport sur le 3me volume de l'*Euclide*, de M. Peyrard.

Les commissaires ont trouvé, dans la traduction de ce dernier volume, la même fidélité que dans celle des deux premiers. Les variantes remplissent 84 pages. L'éditeur avait avancé que la belle édition d'Oxford n'était pas plus correcte que l'édition de Bâle, dont elle avait reproduit toutes les fautes, même les plus palpables, et auxquelles elle en avait ajouté d'autres en nombre assez considérable, dont la première était exempte. Cette assertion avait étonné et devait trouver des incrédules; mais on ne voit pas ce qu'on pourrait objecter aux 8 pages où M. Peyrard a placé le tableau comparatif des deux éditions.

Sur *les Pépinières d'oliviers.*

On a long-temps essayé sans succès de multiplier les oliviers par les semis de graines : on a été obligé d'employer les boutures, ou de recueillir dans les bois des sauvageons. Un Provençal, habitant de Marseille, étonné de voir qu'on ne pouvait pas obtenir par la culture ce que la nature produisait d'elle-même, réfléchit sur la manière dont naissaient les sauvageons. Ils viennent des noyaux : ces noyaux ont été portés et semés dans les bois

par des oiseaux qui ont mangé des olives. Ces olives digérées ont été, par cet acte, privées de leur huile naturelle, et les noyaux sont devenus perméables à l'humidité de la terre, la fiente des oiseaux a servi d'engrais ; et peut-être la soude que contient cette fiente, en se combinant avec une portion d'huile échappée à la digestion, a-t-elle favorisé la germination. Voilà probablement le raisonnement qu'a fait cet agriculteur, et qui l'a conduit à tenter les essais suivans.

Il a fait avaler des olives mûres à des dindons renfermés dans une enceinte : il a recueilli leur fiente contenant les noyaux de ces olives, et il a placé le tout dans une couche de terreau qu'il a fréquemment arrosée. Les noyaux ont levé, et il a eu des plants d'olivier qu'il a repiqués ensuite, et qui ont parfaitement végété. Eclairé par cette expérience, il a cherché à se passer des oiseaux de basse-cour, et il a fait macérer des olives dans une lessive alcaline. Peu de temps après, il les a placées dans la terre, et il a obtenu un plan d'oliviers aussi beau que le premier.

Les agronomes doivent regarder ce procédé ingénieux comme une découverte susceptible de plusieurs applications. Il est des semences tellement oléagineuses, qu'il faut des circonstances très-rares pour que l'eau puisse les pénétrer et les développer : telles sont les muscades, qui ne lèvent point dans nos serres chaudes, et qui peut-être végéteraient si elles étaient soumises à l'action d'une lessive alcaline, ou à celle de la digestion d'une gallinacée. (*Journ. de Pharm.* III. 141.)

EXTRAIT *d'une Lettre de Vienne sur un nouveau métal* (Sirium).

CE métal est retiré de la mine de nickel de Schladminget, où il est accompagné de beaucoup d'arsenic, de nickel, d'un peu de cobalt et de fer. Après avoir fondu la mine dans un creuset avec du verre, on la pulvérise et on la dissout dans l'acide nitrique; on sature l'excès d'acide et on ajoute de l'acétate de plomb : il se précipite de l'arséniate de plomb; mais il reste encore de l'arsenic en dissolution. On sépare l'excès de plomb par du sulfate de soude, on filtre et on ajoute un peu d'acide; ce qui est indispensable pour avoir le sirium pur. Après avoir fait passer un courant d'hydrogène sulfuré dans la dissolution, on la neutralise avec du carbonate de potasse, jusqu'à ce qu'il se précipite des flocons qui ne se redissolvent plus : alors, en faisant passer un nouveau courant d'hydrogène sulfuré dans la dissolution, le sirium se précipite combiné avec le soufre. C'est un caractère essentiel de ce métal de n'être point précipité de ses dissolutions par l'hydrogène sulfuré quand elles ont un excès d'acide, et de l'être quand elles n'en ont pas.

La liqueur verte de laquelle le sirium a été précipité contient du nickel, du cobalt et du fer.

Le sulfure de sirium desséché étant chauffé dans un creuset brasqué, on obtient une masse noire scorifiée, à cassure métallique. On pulvérise cette masse, on lui ajoute un cinquième de son poids d'oxide d'arsenic, et l'on chauffe pendant une bonne demi-heure, à environ

60° W. L'auteur de la découverte, M. Vest, a obtenu, dans une expérience, un régule spongieux, et dans une autre un régule compacte, qui était le sirium contenant encore du *soufre*, de *l'arsenic*, du *nickel* et du *fer*, parce que le filtre n'avait pas été bien lavé.

Observation du Rédacteur.

Tel est l'exposé de la découverte qui nous a été communiquée, et qui, à ce qu'on assure, a fait une vive sensation parmi les savans autrichiens. L'auteur de la lettre a peut-être omis des particularités importantes; car personne ne voudra croire, d'après cette lettre, au sirium de M. Vest; mais bien plutôt à son inexpérience. Comme il paraît ignorer que le nickel n'est point précipité de ses dissolutions par l'hydrogène sulfuré, quand elles sont acides, et qu'il l'est en partie quand elles sont neutres, nous l'engageons à vérifier si son sirium n'est pas du nickel très-impur.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN Barom. à 0°.	9 HEURES DU MATIN Therm extér.	9 HEURES DU MATIN Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	MIDI. Therm extér.	MIDI. Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	3 HEURES DU SOIR. Therm. extér.	3 HEURES DU SOIR. Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	9 HEURES DU SOIR. Therm. extér.	9 HEURES DU SOIR. Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	THERMOMÈTRE. minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
1	755,93	+14,7	67	756,20	+18,1	58	756,16	+17,9	59	756,04	+13,0	80	+18,1	+ 9,4	Très-nuageux.	S. O.
2	753,86	+12,5	85	751,80	+20,6	68	749,40	+21,7	60	747,80	+12,5	89	+21,8	+10,7	Quelques éclaircies.	N.
3	745,30	+18,0	74	743,90	+20,6	67	743,68	+21,2	64	745,10	+13,5	82	+21,2	+10,2	Nuageux.	S. E.
4	746,18	+16,9	72	746,07	+19,5	59	745,16	+18,2	56	746,20	+13,0	80	+19,5	+ 9,7	Nuageux.	N. O.
5	743,70	+17,4	67	743.28	+19,1	65	742,60	+18,2	65	742,62	+12,0	86	+19,1	+11,1	Très-nuageux.	S.
6	743,86	+14,0	72	743,28	+15,7	70	743,38	+16,2	71	743,73	+ 9,6	90	+17,5	+ 9,6	Très-nuageux.	S. O.
7	744,75	+15,6	73	742,58	+13,5	80	744,66	+13,2	82	746,72	+ 9,3	92	+15,6	+ 7,5	Couvert, pluie.	S.
8	746,86	+17,7	69	745,70	+18,7	68	744,24	+18,1	73	747,00	+10,7	85	+18,7	+ 7,5	A demi couvert.	S. E.
9	751,27	+15,0	71	751,48	+17,5	69	751,66	+15,4	74	754,32	+ 9,1	84	+17,5	+ 7,7	Très-nuageux.	S. O.
10	756,55	+15,9	64	755,91	+17,7	55	755,18	+18,6	56	754,75	+11,7	85	+18,6	+ 6,0	Très-nuageux.	S.
11	751,96	+19,2	75	750,80	+19,6	65	750,03	+19,2	60	749,46	+12,2	82	+19,6	+10,0	Très-nuageux.	S S. O
12	750,45	+14,4	80	750,32	+18,0	74	750,52	+16,7	59	751,91	+12,	81	+19,0	+11,2	Très-nuageux.	S. O.
13	749,29	+13,0	82	748,04	+13,5	82	745,55	+17,5	82	747,30	+11,8	82	+17,5	+ 8,7	Pluie par intervalles.	S.
14	747,58	+14,4	69	747,09	+14,7	63	746,58	+16,2	62	747,31	+ 8,8	85	+16,2	+ 6,7	Nuageux	S. O.
15	746,84	+14,7	73	746,48	+14,5	67	746,45	+ 9,6	88	746,90	+10,6	84	+14,7	+ 9,5	Nuageux, pluie.	O.
16	748,43	+12,8	68	748,34	+16,5	67	748,28	+17,5	59	749,66	+11,2	79	+17,5	+ 6,2	Très-nuageux.	O. S. O.
17	751,47	+15,9	65	751,52	+18,7	60	751,24	+18,2	57	752,71	+11,5	82	+18,7	+ 8,7	Légèrement couvert	O. faibl.
18	753,02	+15,7	83	752,98	+18,5	79	752,16	+17,7	72	752,78	+12,0	81	+18,5	+10,2	Couvert.	S. O.
19	753,78	+14,2	83	753,77	+16,2	77	753,04	+18,1	64	753,56	+14,7	86	+18,1	+11,5	Couvert.	N. E.
20	754,57	+17,2	70	754,85	+19,2	67	754,40	+20,4	60	755,91	+15,5	86	+20,4	+13,5	Très-nuageux.	N. E.
21	757,40	+12,2	78	757,22	+14,2	65	757,05	+15,4	67	758,42	+11,0	75	+15,4	+ 9,5	Beau.	N. E.
22	760,00	+13,7	68	759,84	+15,7	57	759,66	+16,5	55	761,34	+11,7	75	+16,5	+ 6,5	Beau.	E. N. E.
23	762,47	+12,7	68	762,07	+15,7	57	761,24	+17,7	53	762,09	+13 7	70	+18,2	+ 7,2	Très-beau.	N. E.
24	763,26	+16,0	66	763,16	+20,1	57	762,81	+21,0	50	762 90	+16,2	70	+21,0	+ 9,1	Beau.	N. E.
25	762,78	+17,0	70	762,07	+19,0	65	761,00	+19,5	79	760,60	+17,0	68	+20 4	+11,2	Beau.	N. E.
26	760,92	+16,2	60	760,69	+19,5	49	760,10	+20,5	49	761,14	+15,7	60	+20,5	+11,1	Beau.	E. N. E. f.
27	762,08	+16,7	65	761,02	+18,7	52	759,91	+19,6	50	759,70	+15,5	70	+19,6	+11,0	Petits nuages.	E. N. E.
28	758,74	+16,4	70	758,08	+19,2	56	757,10	+20,2	49	757,46	+14,2	69	+20,2	+10,5	Nuageux.	N. E.
29	756,45	+12,7	75	756,37	+13,5	57	756,35	+14,5	49	755,36	+10,6	70	+14,5	+ 9,7	Nuageux	N. E.
30	757,60	+12,2	64	756,75	+14,5	52	756,03	+15.5	51	756,83	+11,3	77	+15 5	+ 6,6	Très-nuageux.	N. E.
31	757,15	+13,0	70	756,54	+15,9	54	755,73	+16,5	52	756,62	+13,5	66	+16,5	+ 6,0	Nuageux.	N. N. E.
1	748,83	+15,8	71	748,02	+18,1	66	747 61	+17,9	66	748,43	+11,4	85	+18,8	+ 8,9	Moyennes du 1 au 10.	
2	750,74	+15,2	75	750,42	+16,9	70	749,82	+17,1	66	750,75	+12,1	83	+18,0	+ 9,6	Moyennes du 11 au 20.	
3	759,89	+14,4	69	759,44	+16,9	55	758,81	+17,9	55	759,31	+13,6	70	+18,0	+ 8,9	Moyennes du 21 au 31.	
	753,37	+15,1	71	752,84	+17,3	64	752,30	+17,6	62	753,04	+12,5	79	+18,3	+ 9,2	Moyennes du mois + 13,7.	

MÉMOIRE

Contenant quelques expériences sur l'emploi du bismuth dans la détermination du titre des matières d'or et d'argent.

PAR M. CHAUDET,

Essayeur provisoire des Monnaies.

LA propriété qu'a le bismuth de s'oxider, de se vitrifier et de passer au travers des pores des coupelles, ainsi que le plomb, n'a pas tardé à faire penser que ce métal pourrait remplacer ce dernier dans l'opération de la coupellation. Dès 1727, Dufay fit connaître cette propriété : Depuis, Pott, Geoffroy le fils, et M. Sage, dans son *Art d'essayer l'or et l'argent*, l'ont constatée par des expériences; mais aucun de ces chimistes ne paraît s'être occupé de déterminer par son moyen le titre exact des matières d'or et d'argent; et M. Sage lui-même, dans l'ouvrage que je viens de citer, n'a donné, dans son tableau comparé de la coupellation des matières métalliques par le moyen du plomb ou du bismuth, que le résultat de la coupellation des métaux purs, et n'a rien fait connaître sur la coupellation de l'or et de l'argent alliés. On voit que l'unique but de l'auteur a été de prouver, à l'égard de ces deux derniers métaux, que le bismuth, ainsi que le plomb, les laissait sur la coupelle sans leur faire éprouver une perte plus sensible.

D'après les expériences de ces savans, on ne pouvait mettre en doute la propriété qu'a le bismuth de pouvoir

remplacer le plomb dans l'opération de la coupellation en grand, dans laquelle il ne s'agit que d'enlever la plus grande partie des métaux alliés à l'or et à l'argent, sans se rendre compte des derniers millièmes de fin (1). Mais cette propriété s'étendait-elle jusqu'à permettre de remplacer par ce métal le plomb, jusqu'ici seul employé dans la détermination du titre exact des matières d'or et d'argent ? Comme essayeur, cette question méritait toute mon attention, et j'ai pensé que je ne pouvais mieux faire que de consacrer quelques instans à sa solution.

Le bismuth, ainsi que le plomb, contenant presque toujours une certaine quantité d'argent, je crus devoir commencer par réunir en un seul lingot quelques échantillons de ce métal achetés dans le commerce, afin de répartir également dans la masse l'argent que je le soupçonnais recéler; opération indispensable pour faire le *témoin*, et pour retrancher ensuite et avec certitude, de chaque essai, qu'il devait me servir à passer, la quantité d'argent qu'y aurait porté celle de bismuth employée. Le lingot obtenu ayant été brisé en divers endroits, je pesai de chacune de ses extrémités sept grammes, et autant sur quatre points de la partie moyenne; ce qui faisait en tout six prises d'essai, chacune d'une quantité

---

(1) L'argent qu'on obtient dans l'opération de la coupellation en grand est rarement au-dessus de 990 millièmes, c'est-à-dire, que sur 1000 parties, il contient encore 10 parties d'alliage; tandis que l'argent obtenu dans l'opération de la détermination de son titre doit être de l'argent parfaitement pur, sauf la très-petite quantité d'or que l'argent contient ordinairement et qui y reste unie.

égale à celle que je devais employer dans les premières opérations que je projetais. Ces six prises d'essai passées à la coupelle donnèrent, pour les deux extrémités, à l'une, un petit bouton d'argent du poids de 9 millièmes, et à l'autre, un petit bouton d'argent du poids de 7 millièmes fort; les quatre autres prises d'essai donnèrent 12, 6, $4\frac{1}{2}$ et 13 millièmes.

Je fondis ce lingot une seconde fois, en donnant plus chaud que je ne l'avais fait la première, et j'eus le soin d'agiter fortement au moment où je coulai. Il fut essayé de nouveau, et donna des résultats non moins disparates.

Cette première opération, en prouvant l'impossibilité de répartir également dans le bismuth des millièmes d'argent, ainsi qu'on le peut pour le plomb, et que je m'en suis assuré moi-même par l'expérience, prouvait la nécessité de n'employer aux opérations délicates auxquelles je le destinais, que du bismuth exempt de ce métal; ce à quoi on ne pouvait parvenir qu'en faisant un choix dans le commerce, ainsi qu'on le fait à l'égard du plomb dont on se sert pour les essais d'or et d'argent, ou en le purifiant soi-même (1). Le premier moyen étant le plus prompt, j'y eus recours, et m'en étant procuré,

(1) Ce qui m'avait engagé à employer le bismuth que j'avais et qui contenait de l'argent, c'est la peine qu'on éprouve souvent à en prendre essai chez les commerçans, lesquels font souvent difficulté de briser un pain pour en détacher 15 ou 20 grammes, dans l'incertitude où ils sont qu'on le leur laissera s'il contient de l'argent, et par la perte qui, vu son aigreur, en résulte toujours.

non sans peine, une petite quantité qui ne contenait point d'argent, je procédai aux opérations suivantes : je pesai quatre essais d'une pièce de 5 francs au titre de 900, c'est-à-dire, qui contenait par gramme ou 1000 millièmes, 900 millièmes d'argent pur et 100 millièmes d'alliage ou de cuivre ; je pesai également quatre fois sept grammes de bismuth exempt d'argent (cette quantité est celle que l'on met de plomb sur le titre ci-dessus mentionné). Le fourneau étant suffisamment chaud et les coupelles à la même température, je commençai et opérai absolument de la même manière qu'avec le plomb, c'est-à-dire, que je portai les premiers sept grammes de bismuth dans une coupelle, et que lorsque le métal fut découvert, j'y mis le gramme d'argent enveloppé dans du papier. J'observai les phénomènes suivans : le bismuth porté dans la coupelle, étant plus fusible que le plomb, se fondit plus promptement; mais mit beaucoup plus de temps à se découvrir que ne le fait ce métal (1) ; et dans ce moment où je remarquai un léger bouillonnement et des points incandescens sur la surface du *bain*, il se dégagea une très-grande quantité d'une fumée épaisse, laquelle, si elle n'était point produite en totalité par l'oxide de bismuth, l'était au moins en partie, puisqu'une coupelle chaude placée au-dessus de la coupelle qui contenait les sept grammes de bismuth, au moment où celui-ci se découvrit, se colora en jaune; couleur dont son oxide colore ce vase. Il ne s'élança pas du *bain* de ces petits

---

(1) On dit que le plomb se découvre lorsque l'oxide qui se forme à sa surface au moment où il entre en fusion vient à se fondre lui-même et à pénétrer dans la coupelle.

globules enflammés que produisent ordinairement, dans cette opération, quelques échantillons de bismuth; ce qui était de bon augure pour le succès de l'opération, puisque cela devait ôter la crainte de voir projeter au dehors des coupelles de petites portions d'argent qu'auraient pu entraîner ces globules. Après sept à huit minutes environ, je remarquai sur la plupart des coupelles, à la partie qui venait d'être abandonnée par le *bain*, de petites grenailles d'argent que j'eus soin de réunir à la masse, en promenant le *bain* sur ces parties. Le bismuth ayant toujours été tranquillement en fusion, je ne pensai point que ces petites grenailles eussent été projetées, mais qu'elles provenaient de parcelles d'argent retenues par des raies circulaires que le bismuth avait creusées dans les coupelles, qu'il altère sensiblement plus que ne le fait le plomb, surtout quand il contient des matières étrangères; car, dans l'état de pureté, il y a peu de différence. Le *bain*, au lieu d'être bien rond comme il l'est ordinairement, avait des angles plus ou moins saillans; le mouvement de l'essai était moins rapide; les couleurs de l'*iris* beaucoup plus prononcées qu'elles ne le sont communément avec le plomb; la couleur verte surtout y dominait d'une manière si étonnante et était si vive, qu'au moment où elle cessait, et même quelques instans après, si on l'avait bien suivie, les objets environnans venaient encore se peindre de cette couleur sur la rétine. L'*éclair* fut très-prononcé, mais beaucoup plus prompt qu'avec le plomb, à la même température; ce qui fut cause que mes premiers essais ne furent point cristallisés, et que, pour donner ce caractère au dernier, je fus obligé de lui faire faire l'*éclair* plus avant dans la moufle, par consé-

quent à une température plus élevée ; il mit deux fois plus de temps à produire ce phénomène que si je l'eus passé avec le plomb; mais il était parfaitement cristallisé. Les boutons de retour étaient très-ronds, n'adhéraient point aux coupelles, avaient en dessous tous les caractères des essais ordinaires, et avaient mis dix-sept minutes à passer ; ce qui faisait cinq minutes de plus que les essais faits avec quantité égale de plomb, lesquels ne mettent pas plus de douze minutes à passer à nos fourneaux, en comptant du moment où on porte le gramme d'argent dans la coupelle, à celui où l'essai fait l'*éclair*. Les coupelles qui avaient servi à passer ces quatre essais laissaient apercevoir à la loupe de petits points d'argent. Les essais ayant été brossés avec soin, je les pesai ; ils donnèrent les titres suivans :

Le 1er,	864 millièmes ;
2e,	865 ;
3e,	873 ;
4e,	868.

La pièce de 5 francs soumise à l'essai, contenant 900 millièmes d'argent pur sur 1000 millièmes, ces essais avaient donc perdu d'argent, savoir :

Le 1er,	36 millièmes ;
2e,	35 ;
3e,	27 ;
4e,	32.

Sans s'arrêter à la différence énorme qui existe entre la plupart des titres résultant de cette première expérience, on pouvait en conclure que si le bismuth pou-

vait remplacer le plomb dans la détermination du titre des matières d'or et d'argent, les quantités à employer, suivant les divers titres, en devaient être beaucoup moins considérables ; ce qui était une suite naturelle de la lenteur avec laquelle le bismuth s'oxidait, se vitrifiait et passait au travers des pores des coupelles, puisque sept grammes de ce métal exigeaient dix-sept minutes pour passer complètement, lorsque la même quantité de plomb n'en exigeait que douze, et l'oxidation du cuivre étant en raison directe du temps que ce métal reste en contact avec les oxides de plomb ou de bismuth.

Cette quantité de sept grammes, que j'avais mise dans cette première opération, devait donc être diminuée. Je la portai à trois grammes, et passai avec cette proportion quatre essais d'une nouvelle pièce de 5 francs au titre de 899 (1), c'est-à-dire, qui contenait par gramme ou 1000 millièmes, 899 millièmes d'argent pur, et 101 millièmes d'alliage ou de cuivre. J'observai à-peu-près les mêmes phénomènes que ceux décrits précédemment. Les couleurs de l'*iris* furent cependant beaucoup moins prononcées, et les essais, moins ronds, avaient quelques-

---

(1) Nos monnaies d'argent contiennent un dixième d'alliage ou de cuivre ; ainsi, un gramme ou mille millièmes de cet argent doivent donner à l'essai un bouton d'argent pur du poids de neuf cents millièmes ; mais la difficulté d'allier constamment à ce titre a fait accorder aux directeurs de monnaies six millièmes de *tolérance ;* trois en dessus et trois en dessous : on peut donc trouver de nos monnaies d'argent depuis le titre de 897 jusqu'à celui de 903 inclusivement, et conformément à la loi.

uns des caractères des essais qui n'ont point eu assez de plomb. Ils passèrent en neuf minutes, et donnèrent les titres suivans :

Le 1er,	838 millièmes ;
2e,	888 ;
3e,	883 ;
4e,	887.

La pièce de 5 francs soumise à l'essai, contenant 899 millièmes d'argent par gramme, ces essais avaient donc perdu d'argent, savoir :

Le 1er,	61 millièmes ;
2e,	11 ;
3e,	16 ;
4e,	12.

Les coupelles qui avaient servi à passer ces quatre essais, examinées à la loupe, laissèrent toutes apercevoir de petits globules d'argent disséminés dans toute la cavité orbiculaire de ce vase, et beaucoup plus sur la première que sur les trois autres ; ce qui était parfaitement en rapport avec la perte beaucoup plus considérable qu'avait éprouvée ce premier essai : phénomène qui avait été beaucoup moins sensible dans la première opération, en raison de la plus grande quantité de bismuth existante dans le *bain*, laquelle remplissait presque la coupelle ; ce qui avait fait que les petits globules d'argent lancés l'avaient été en grande partie au dehors, et ce qui semblait indiquer que cette projection avait lieu plus particulièrement au commencement de l'opération. J'acquis la preuve palpable de cette projection au dehors

par une coupelle neuve, voisine de celles qui m'avaient servi dans cette seconde opération, laquelle se couvrit d'une infinité de points d'oxide de bismuth projetés au moment où ce métal se découvrit, et qui, examinés après les quatre essais faits, laissa apercevoir, à l'œil même, une quantité très-considérable de petits globules d'argent.

La perte provenait donc de l'argent lancé au dehors pendant le courant de l'opération; phénomène insensible que l'œil n'avait pu apercevoir, et qui expliquait la différence des titres trouvés, lesquels, plus forts en général dans cette seconde opération, laissaient cependant toujours subsister la conclusion tirée de la première, et de laquelle il résultait que la quantité de bismuth devait, sur le même titre, être beaucoup moins considérable que celle du plomb; ou enfin, que ce métal oxidait plus facilement le cuivre, et favorisait davantage son introduction dans la coupelle; ce qui par conséquent semblait devoir le rendre plus propre que le plomb à l'opération de la coupellation, nonobstant le très-grand inconvénient qu'il avait présenté, et qui restait à examiner.

Tout l'argent perdu dans les opérations précédentes n'était donc point entré dans les pores des coupelles, ainsi qu'on aurait pu d'abord le présumer; il avait été projeté au dehors, et j'en avais eu la preuve par cette coupelle neuve qui durant le cours de la seconde opération s'était couverte de petits globules d'argent. Mais cette projection était-elle une suite des propriétés du bismuth, ou ne la tenait-il pas plutôt du soufre, et surtout de l'arsenic qu'il contient toujours? Ces corps, exposés à une température infiniment supérieure à celle à

laquelle ils se volatilisent, devaient nécessairement se dégager avec violence, et entraîner avec eux une certaine quantité des métaux auxquels ils se trouvaient unis. Dans ce cas, la projection n'avait-elle pas lieu dans le premier moment seulement, et quelques instans après que le bismuth vient de se découvrir ? Dans cette hypothèse, il était peut-être possible d'ôter au bismuth cette propriété, en l'exposant quelque temps à la température élevée du fourneau à coupelle, et par cette simple opération, le rendre propre à celles auxquelles je le destinais.

Conduit ainsi par le raisonnement, j'exposai dans trois grandes coupelles, à une température plus élevée que celle à laquelle on fait les essais, une certaine quantité de bismuth semblable à celui qui m'avait servi dans les opérations précédentes, et le laissai ainsi au moins six minutes de plus que le temps qu'il exige pour se découvrir. Après ce temps, je le coulai, et passai avec quatre nouveaux essais d'une pièce de 5 francs au titre de 899 millièmes, en conservant la proportion de 3 parties contre 1. J'observai alors les phénomènes suivans : les trois grammes de bismuth portés dans la coupelle s'y fondirent de suite, et se découvrirent presqu'aussi promptement qu'aurait pu le faire le plomb, sans bouillonnement, sans production de points incandescens et sans dégagement de cette fumée épaisse que j'avais remarquée dans les opérations précédentes. Des coupelles neuves, placées à dessein tout près de celles qui contenaient les essais, ne laissèrent apercevoir aucune trace d'oxide de bismuth, ni par conséquent d'argent. Les essais passés avaient tous les caractères d'essais qui n'ont point eu

assez de plomb; ils adhéraient assez fortement aux coupelles, et donnèrent les titres suivans :

Le 1er,	892 millièmes ;
2e,	890 ;
3e,	891 ;
4e,	892.

La pièce de 5 fr. essayée, contenant par gramme 899 millièmes d'argent pur, ces essais avaient donc encore perdu d'argent :

Le 1er,	7 millièmes ;
2e,	10 ;
3e,	8 ;
4e,	7.

Le seul changement apporté dans cette dernière opération, dont les résultats approchaient davantage de la vérité, ayant seulement consisté à exposer le bismuth à une assez forte chaleur, pour en dégager l'arsenic qu'il contenait, me parut de plus en plus confirmer l'opinion qui avait dicté cette opération préparatoire, que l'arsenic était la principale cause, non-seulement des pertes éprouvées dans les essais précédemment faits, mais encore de ces diverses pertes ; car n'ayant laissé le bismuth exposé à la chaleur que six minutes environ, il n'était pas impossible que cette affinité qui unit les corps entre eux, et surtout dans leurs dernières molécules, eût été un obstacle au dégagement total de l'arsenic durant ce court espace de temps, et que quelques portions de ce métal, restées unies au bismuth, eussent encore occasionné la perte éprouvée dans les derniers essais. Les

petites particules d'argent que la loupe avait laissé apercevoir sur les coupelles paraissant en être une preuve, je crus devoir poursuivre mes expériences dans le même sens.

En conséquence, je plaçai, dans la moufle du fourneau à essai, huit grandes coupelles, et lorsqu'elles furent suffisamment chaudes, je portai dans chacune dix grammes de bismuth exempt d'argent; ce qui faisait en tout quatre-vingts grammes de ce métal. Lorsqu'ils furent complètement passés, et que les coupelles furent froides, je les mis en poudre, et procédai à la réduction de l'oxide de bismuth, au moyen de deux parties de flux noir fait avec du salpêtre pur. J'obtins un culot de bismuth du poids de 73 grammes; il n'y en avait donc eu que 7 grammes de vaporisés pendant l'opération de la coupellation (quantité en rapport avec la vaporisation du plomb; car une opération semblable faite sur ce métal a donné les mêmes résultats).

Je passai avec le bismuth obtenu de cette réduction, et en conservant toujours la proportion de 3 parties de bismuth contre 1 partie de l'argent soumis à la vérification, quatre essais d'une pièce de 5 fr. au titre de 898 millièmes. Les essais résultant de cette opération avaient toujours les caractères des essais qui n'ont point eu assez de plomb, c'est-à-dire, qu'ils n'étaient point parfaitement ronds, qu'ils étaient pointillés à leur surface, et adhéraient un peu aux coupelles : je crus cependant remarquer qu'ils adhéraient moins que les essais passés précédemment avec même quantité du bismuth qui avait seulement été chauffé quelques minutes. Ces quatre essais, brossés et pesés, donnèrent les titres suivans :

Le 1er,	894 millièmes;
2e,	896;
3e,	894;
4e,	891.

La pièce de 5 fr. soumise à l'essai, contenant 898 millièmes d'argent par gramme, ces essais avaient donc perdu, savoir :

Le 1er,	4 millièmes;
2e,	2;
3e,	4;
4e,	7.

Cette opération fut recommencée avec le même bismuth réduit une seconde fois des coupelles, et donna, à peu de chose près, les mêmes résultats (1).

L'arsenic, auquel était due la plus grande partie des pertes éprouvées dans les premières expériences, puisqu'en privant le bismuth de ce métal, elles avaient été beaucoup moins considérables, ainsi qu'on a pu le remarquer; l'arsenic, dis-je, n'était donc pas la seule

(1) Le bismuth obtenu dans cette seconde réduction m'a paru beaucoup plus ductile que ne l'est ordinairement ce métal : un petit lingot de six pouces de longueur sur deux lignes d'épaisseur s'est plié sans casser, jusqu'à faire joindre les deux bouts, et en faisant entendre un *cri* tout-à-fait semblable à celui de l'étain; propriété que je ne trouve consignée dans aucun auteur, et que je puis assurer qu'il partage avec ce métal, au moins au même degré.

Ce petit lingot fut réduit une troisième fois; mais sa ductilité n'en fut point augmentée.

cause de ces pertes, puisque, dans cette dernière opération, le bismuth, privé de tout celui qu'il contenait, avait encore donné des essais au-dessous du véritable titre. On ne pouvait pas non plus l'attribuer à une quantité trop considérable de bismuth employée, puisque non-seulement cette quantité avait été portée à trois parties contre une d'argent à un dixième d'alliage, au lieu de sept parties de plomb qu'on emploie pour ce titre; mais encore qu'au-dessous de cette proportion, et à deux parties et demie, par exemple, on obtenait déjà des essais qui, tout en perdant encore quelquefois, conservaient toujours du cuivre, dans une proportion moindre alors que celle d'argent perdu, et qui adhéraient tellement aux coupelles, qu'on ne pouvait les en détacher sans briser ce vase.

Quelle était donc cette nouvelle cause de perte? Le bismuth, réduit deux fois des coupelles et employé dans la dernière opération, ne pouvait contenir ni soufre ni arsenic : passé seul à la coupelle, il s'y fondait et s'y découvrait tranquillement, en la colorant d'un beau jaune orangé; ce qui indiquait qu'il ne contenait même pas cette petite quantité d'argent qu'il aurait pu entraîner dans les pores de ce vase; car, dans ce cas, il l'aurait coloré en vert pomme dans quelques-unes de ses parties. Il ne contenait point non plus de cuivre, puisque des millièmes de ce métal donnent à la coupelle une couleur d'un rouge sale. Enfin, il ne laissait rien au-dessus des coupelles, ce qui indiquait qu'il ne contenait aucun métal étranger, le plomb, le bismuth et le cuivre étant les trois seuls métaux qui puissent, en s'oxidant, s'y introduire complètement. On ne pouvait donc attri-

buer cette nouvelle perte qu'au bismuth lui-même. Mais comment cette perte avait-elle lieu, et quelle en était la cause ?

Il n'y avait plus de projection d'argent au dehors des coupelles : les faibles raies circulaires que le bismuth y traçait retenant très-rarement de l'argent, et, dans ce cas, des quantités impondérables, on ne pouvait point douter que l'argent perdu ne fût entraîné dans les pores des coupelles. En effet, pourquoi le bismuth, qui jouit de quelques-unes des propriétés du plomb, n'aurait-il pas partagé celle-ci avec ce métal, mais dans un plus haut degré ? suite naturelle de sa plus grande fusibilité, et surtout de celle vraiment étonnante qu'il donne à ses alliages, ainsi que le prouve l'alliage fusible à l'eau bouillante (1) ; propriété qui devait nécessairement faire jouir les métaux auxquels il se trouvait uni d'une fluidité infiniment plus grande que celle que le plomb peut procurer à ces mêmes métaux, à la même température ; et favorisant ainsi la division moléculaire de l'argent, faciliter l'introduction d'une plus grande quantité de ce métal dans les pores des coupelles (2).

Dans cette nouvelle hypothèse, on devait pouvoir

---

(1) L'alliage fusible à l'eau bouillante est composé de 8 parties de bismuth, de 5 de plomb et de 3 d'étain.

(2) Je ne doute point que c'est à cette propriété fluidifiante, si je puis m'exprimer ainsi, qu'on doit attribuer l'impossibilité d'obtenir un *témoin* constant avec le bismuth, et non à l'impossibilité de répartir également l'argent dans ce métal, ainsi que le résultat de la première expérience m'avait obligé à le conclure.

s'opposer à cette perte d'argent, soit en opérant à une beaucoup plus basse température, ou mieux encore, en rendant les coupelles moins perméables, c'est-à-dire, en les faisant avec des os calcinés, lessivés et passés dans un tamis plus fin, en employant moins d'eau pour faire la pâte, en leur faisant subir une pression plus forte, et en les séchant plus lentement. Le premier moyen n'ayant point donné les résulats que j'en attendais, j'eus recours à ce dernier, et passai avec trois parties de bismuth quatre essais d'une pièce de 5 fr. au titre de 901 millièmes, dans quatre coupelles fabriquées avec les précautions ci-dessus indiquées, et qui, faites dans un moule qui donne des coupelles du poids de 14 grammes, pesaient, terme moyen, 16,5 (1).

Les essais mirent dix minutes à passer, au lieu de neuf; ils adhéraient légèrement aux coupelles, et donnèrent les titres suivans :

Le 1er,	902 millièmes ;
2e,	900 ;
3e,	901 ;
4e,	902.

Il ne restait donc plus rien à desirer, puisqu'à un millième près, j'avais obtenu le titre qu'avait donné le plomb, qui lui-même offre parfois ces légères différences.

Cette opération, recommencée un grand nombre de

(1) On n'est arrivé à leur donner cette densité qu'en faisant calciner les os beaucoup moins qu'on ne le fait ordinairement.

fois, ayant donné des résultats non moins satisfaisans, je m'occupai de déterminer de la même manière les divers titres de l'argent allié, afin de fixer les quantités de bismuth que ces divers titres exigeaient pour l'affinage complet de l'argent.

Ce travail, qui a exigé un grand nombre de tâtonnemens, se trouve consigné dans un tableau que j'ai placé à la fin de ce Mémoire, et dans lequel j'ai adopté l'ordre d'exposition suivi par M. d'Arcet dans la table qu'il a donnée des quantités de plomb nécessaires pour faire les essais d'argent. (*Annales de Chimie et de Physique*, tome I, page 75.)

Il restait à savoir, pour terminer la tâche que je m'étais imposée, si l'or qui, au moyen du plomb, s'introduit aussi dans les pores des coupelles, mais beaucoup moins facilement que l'argent, propriété que M. Sage exprime par la proportion : : 1 : 17; si l'or, dis-je, par suite de cette propriété, exigerait, pour la détermination de son titre au moyen du bismuth, des coupelles moins perméables et semblables à celles que j'avais employées pour l'argent; car, dans ces dernières, je me suis assuré qu'on obtenait des résultats tout-à-fait conformes à ceux qu'on obtient au moyen du plomb.

Pour m'assurer de ce point, je passai, dans les coupelles qui nous servent ordinairement, quatre essais d'une pièce de 20 fr. au titre de neuf cents millièmes, avec 3 grammes de bismuth; ce qui faisait 6 parties de ce métal, au lieu de 14 parties de plomb qu'on emploie pour ce titre contre 1 d'or allié; la prise d'essai sur les alliages d'or se faisant toujours sur un demi-gramme.

Les boutons de retour ressemblaient assez aux essais d'or qui contiennent du platine, c'est-à-dire, qu'ils étaient d'un blanc mat à leur surface, et comme cristallisés : ils n'adhéraient point aux coupelles et étaient très-ronds. Le *départ* en ayant été fait comme à l'ordinaire, ils donnèrent les titres suivans :

Le 1er,	898 millièmes ;
2e,	898 $\frac{1}{2}$;
3e,	899 ;
4e,	899 faible.

Il y avait donc eu également perte ; et si elle avait été moins forte sur les deux derniers essais, c'est que j'eus le soin de les faire sur le devant de la moufle et à une plus basse température : aussi gercèrent-ils au laminoir ; ce que ne firent point les deux premiers essais passés plus avant dans la moufle, et qui étaient très-doux. Cette dernière expérience démontrait donc la nécessité de n'employer à la détermination du titre de l'or par le bismuth que des coupelles aussi peu perméables que celles employées à la détermination du titre de l'argent au moyen du même agent. Quant aux quantités de bismuth à mettre suivant ses divers titres, on peut suivre les proportions de ce métal indiquées pour les divers titres de l'argent ; car, quoiqu'on n'opère que sur le demi-gramme, l'expérience a prouvé qu'il faut deux fois plus de plomb pour enlever la même quantité de cuivre alliée à l'or, que si cette quantité était alliée à l'argent, et je me suis assuré qu'il en est à-peu-près de même à l'égard du bismuth.

Conclusions.

Il résulte des diverses expériences contenues dans ce Mémoire :

1°. Que le bismuth du commerce ne peut point servir à déterminer le titre des matières d'or et d'argent, en raison de l'arsenic qu'il contient toujours, lequel, en se vaporisant, projette au dehors des coupelles une plus ou moins grande quantité des métaux précieux dont on recherche les proportions, et lors même que ce phénomène n'est point sensible à l'œil.

2°. Que le bismuth, donnant à ses alliages une très-grande fluidité, et favorisant ainsi l'introduction d'une plus grande quantité d'argent ou d'or dans les pores des coupelles, ne peut point non plus, et lors même qu'il est parfaitement pur, servir à déterminer le titre de ces matières en suivant le procédé en usage, et qu'il ne devient propre à cette opération qu'en employant des coupelles moins perméables que celles employées ordinairement.

3°. Que le bismuth propre à cette opération est celui qui réduit au moyen du flux noir, des coupelles dans lesquelles on l'a fait passer, ne laisse rien au-dessus de ce vase, qu'il doit colorer en beau jaune orangé.

4°. Que les quantités de bismuth qu'exigent les divers titres de l'argent et de l'or pour leur affinage complet sont beaucoup moins considérables que celles de plomb employées sur ces mêmes titres ; différence qu'on pouvait prévoir en se rendant compte de la manière d'agir de ces deux métaux dans l'essai de l'or et de l'argent, qu'ils ne laissent privés de cuivre que par la propriété

qu'ils ont de favoriser l'oxidation de ce dernier : oxidation d'autant plus prompte qu'il y a plus d'oxigène en présence ; ce qui est en effet, puisque cent parties de bismuth exigent 11,27 d'oxigène pour passer à l'état d'oxide, tandis qu'une même quantité de plomb n'en exige que 7,70 pour être amenée à l'état de protoxide jaune qui se forme dans l'opération de la coupellation ; raison à laquelle vient encore se joindre le temps plus considérable que le bismuth met à s'introduire dans les pores des coupelles, et l'oxidation du cuivre étant, ainsi que je l'ai déjà dit, en raison directe du temps que ce métal reste en contact avec les oxides de plomb ou de bismuth.

5°. Enfin, qu'en comparant la manière dont se comportent le bismuth et le plomb dans l'opération de la coupellation en petit, on trouve qu'avec le bismuth le *bain* est rarement rond ; que les points lumineux sont sensiblement moins intenses, surtout vers la fin de l'essai ; que le mouvement dont la matière est agitée durant l'opération est moins rapide ; que l'*éclair* est plus prononcé, mais qu'il lui faut beaucoup moins de temps pour se produire, à température égale ; que l'essai n'est pas parfaitement rond à tous les titres ; qu'il ne cristallise presque jamais, adhère quelquefois légèrement à la coupelle ; doit être fait à une plus basse température ; végète beaucoup plus rarement, et, suite naturelle de la plus petite quantité de bismuth employée, donne des coupelles d'une couleur presque noire, au lieu du vert foncé dont sont colorées les coupelles dans lesquelles on a passé des essais avec le plomb.

TABLE *des quantités de bismuth nécessaires pour faire les essais d'argent* (1).

TITRE de L'ARGENT.	QUANTITÉS DE CUIVRE alliées à l'argent, suivant les titres correspondans.	DOSES DE BISMUTH nécessaires pour l'affinage complet de l'argent.	RAPPORT qui existe dans le bain, entre le bismuth et le cuivre.
ms. Argent à 1000	0	$\frac{3}{10}$	0
950	50	2gr.	40
900	100	3	30
800	200	6	30
700	300	8	26,6
600	400	10	25
500	500	11	22
400	600	12	20
300	700	12	17
200	800	12	15
100	900	12	13,3
Cuivre pur.	1000	8	8

(1) Ces quantités ont été déterminées sur des lingots faits par moi, avec de l'argent et du cuivre purs, et qui, essayés au moyen du plomb, n'ont été employés aux opérations auxquelles je les destinais que lorsque deux essais faits sur chacune de leurs extrémités se sont trouvés égaux ; mais comme ces quantités sont relatives à la température à laquelle elles ont été établies, je dois avertir que les essais qui leur ont servi de base ont été faits à un fourneau qui marque sur le devant, au milieu et au fond de la moufle, 8, 12 et 21° du pyromètre de Wegwood, et qu'à l'exception des trois premiers titres, c'est-à-dire, depuis le titre de 800 millièmes jusqu'au cuivre pur, titres sur lesquels on n'opère que sur le demi-gramme, les résultats n'ont été obtenus qu'en commençant les essais tout-à-fait sur le devant de la moufle, et en les terminant là où commencent ordinairement les autres essais.

Quant aux trois premiers titres, ils doivent être déterminés à une plus basse température que celle employée communément. Un peu d'habitude rend promptement familier ce nouvel agent.

EXTRAIT *d'un Mémoire sur les Blocs de Granites, et autres pierres éparses en divers pays.*

PAR J. A. DELUC.

NOUS avons publié, dans le 1[er] Cahier de ces *Annales*, pour janvier 1818, p. 17, un extrait d'un Mémoire de M. Léopold de Buch *sur les Blocs de roches des Alpes qui sont épars sur le Jura.* On a vu que cet habile géologue, après avoir examiné les différentes opinions qui ont été mises en avant pour expliquer ce phénomène, et notamment celle de J. A. Deluc (l'auteur des *Recherches sur les modifications de l'atmosphère*), a jugé devoir les rejeter, et admettre que le transport de ces roches des Alpes est dû à une force de projection extrêmement violente.

M. Deluc de Genève, neveu du célèbre physicien dont nous venons de parler, ayant connu les idées de M. de Buch par nos *Annales*, nous a adressé l'extrait d'un Mémoire qu'il a lu sur le même sujet, en avril 1817, à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève : cet extrait a paru en partie dans le n° 11 du *Journal de la Société d'Histoire naturelle de la Suisse.* L'auteur y a ajouté une note manuscrite qui en forme le complément.

M. Deluc reproduit l'hypothèse de son oncle, à laquelle il nous semble avoir fait quelques modifications, et il l'appuie de différens faits, dont plusieurs sont le fruit de ses propres observations.

Nous devons déclarer que nous sommes très-éloignés d'admettre cette hypothèse, moins d'après notre opinion personnelle que d'après l'avis de plusieurs savans que nous avons pu consulter, et qui sont plus au courant que nous des faits géologiques. Mais comme, d'un autre côté, l'hypothèse

à laquelle M. de Buch s'est trouvé conduit par les faits nombreux et intéressans qu'il a observés est, même de son aveu, hors de tout rapport avec les effets des causes naturelles connues, qu'elle a paru en général assez extraordinaire, et que les savans semblent peu disposés à l'adopter; que d'ailleurs les autres hypothèses de grands courans, de plans inclinés, de radeaux, sont aussi encore bien loin d'avoir obtenu un assentiment général; que par conséquent l'explication de ce grand phénomène peut être regardée comme étant encore un problême, nous avons pensé qu'il convenait de recueillir tous les faits nouveaux qui peuvent servir à l'éclairer, et surtout ceux que les partisans des différentes hypothèses mettent en avant pour appuyer leur opinion. Tels sont les motifs qui nous ont déterminé à accueillir avec impartialité et à faire connaître à nos lecteurs les idées de M. Deluc. Nous les donnerons ici telles qu'il nous les a envoyées, sans y faire aucuns changemens ni objections.

Il y a deux principales hypothèses sur l'origine de ces pierres étrangères au sol (1) : la première, qu'on peut appeler *Alpine*, qui suppose que ces pierres ont été charriées ou entraînées par des courans de la mer partant, lors de sa retraite, de montagnes composées des mêmes roches ;

La seconde, qu'on peut appeler *souterraine* et *locale*,

---

(1) L'origine des pierres éparses est un sujet si important en géologie qu'on ne saurait rassembler trop de faits pour l'éclaircir. Je desire faire naître des discussions sur la cause d'un phénomène que j'ai beaucoup observé, et sur lequel j'ai beaucoup lu et beaucoup réfléchi. Il est plus difficile à expliquer qu'on ne l'imagine.

qui suppose que ces pierres sont sorties de l'intérieur de la terre par le refoulement des fluides élastiques comprimés et des eaux de la mer lors du bouleversement des couches minérales. (C'est l'opinion de Deluc, auteur des *Recherches sur les modifications de l'atmosphère, etc.*)

Voici les principaux *faits* cités dans le Mémoire qui serviront à porter un jugement sur ces deux hypothèses.

Dans la gorge étroite qui conduit à l'ancienne Chartreuse du Reposoir, dont l'entrée est près de Siongy, entre Bonneville et Cluse, on trouve environ 120 blocs de granite chloriteux, dont le diamètre varie entre 3 et 20 pieds. Ces blocs remontent dans la gorge jusqu'à la distance d'une lieue du cours de l'Arve jusqu'à la hauteur d'environ 800 pieds au-dessus du niveau de cette rivière. Cependant cette gorge est complètement fermée par de hautes montagnes calcaires du côté de la chaîne primitive, et n'est ouverte que du côté opposé, en sorte qu'il est impossible qu'aucun courant ait pu remonter par cette gorge; et s'il était descendu des blocs de granite par la vallée supérieure de l'Arve et par le défilé de Cluse, ils auraient tous été portés vers un côté tout-à-fait opposé (1) à celui de la gorge du Reposoir. On peut donc raisonnablement croire que les blocs que l'on trouve dans cette gorge sont sortis de son fond.

Un phénomène analogue peut nous aider à comprendre la possibilité de cette origine, c'est celui de la *moya* observé dans la vallée de Quito au Pérou, par M. de Humboldt, dans ses voyages aux régions équinoxiales (2).

---

(1) Vers le village de Marigny, où le Gifre vient se joindre à l'Arve.

(2) Tome II, p. 285-286.

« Lorsque la terre, dit cet observateur célèbre, est en-
» tr'ouverte et ébranlée par des secousses, une masse
» boueuse et inflammable, qu'on appelle *moya*, sort
» des crevasses et s'accumule en collines élevées, puis
» les crevasses se referment ». Il en est sans doute de même des blocs de granite sortis du fond de la gorge du Reposoir qui se sont accumulés sur la pente d'une des montagnes calcaires qui la bordent.

Il en est vraisemblablement de même des nombreux fragmens de roches primitives épars dans les vallées de Travers et de Saint-Imier, faisant partie de la chaîne calcaire du Jura qui traverse le canton de Neufchâtel. Les lieux où se trouvent ces fragmens sans nombre et de toutes les dimensions sont complètement séparés de la chaîne primitive des Alpes par la plus haute crête du Jura. Ils en sont de plus éloignés de 25 à 30 lieues, et le pays intermédiaire est occupé par des montagnes, des collines et les bassins de deux grands lacs. Ces faits importans sont consignés dans les *Voyages géologiques* de M. Deluc l'aîné, publiés à Londres en 1813. Ce fut en 1782 qu'il parcourut le pays de Neufchâtel et en visita toutes les vallées jusqu'à celle du Doux. On trouvera dans son ouvrage, depuis le § 23 au 141, une multitude d'exemples de fragmens de roches primitives épars dans l'intérieur de cette partie de la chaîne du Jura qui n'a jamais pu communiquer par aucune issue avec la chaîne des Alpes.

Le nord de l'Allemagne présente des phénomènes de ce genre encore plus frappans. Dans la Westphalie et la Basse-Saxe, ce sont des collines rangées en cercle dont l'espace intérieur est jonché de blocs de roches primi-

tives (principalement de granite), quoique les collines elles-mêmes soient composées de grès et de pierre calcaire, et qu'on ne trouve aucune montagne primitive à plus de 60 lieues; d'ailleurs, lorsqu'on va visiter ces montagnes, on trouve des espèces de roches différentes de celles des blocs. Dans le Brandenbourg, le Mecklenbourg et la Poméranie, ce sont des amas distincts de pierres primitives de grosseurs très-variées, formant comme des îles sur le sol du pays, quoique celui-ci soit séparé des chaînes de montagnes par vingt rangs de collines tertiaires, et qu'il soit ainsi à une très-grande distance de toute montagne primitive. D'ailleurs, les roches dont les fragmens épars sont composés sont la plupart entièrement inconnues dans ces montagnes éloignées.

Ce phénomène, qui règne dans toute l'Europe, et dont les voyageurs nous citent tant d'exemples dans les autres parties du monde, a sans doute une seule et même cause. Toutes ces pierres, parmi lesquelles il y a des grès et des masses calcaires, doivent être venues de dessous les couches par la pression exercée dans leur affaissement sur les fluides intérieurs. Ces fluides comprimés ont rejeté au dehors les fragmens du bord des fractures; ils en ont rejeté de toutes les couches.

C'est par cette même cause que nous avons, dans le vaste bassin de Genève, des fragmens de toutes les couches inférieures; car on ne peut pas en chercher l'origine dans la chaîne des Alpes : les observations faites le long du cours de l'Arve, depuis Genève jusqu'à la vallée de Chamouni, et dans la vallée du Rhône supérieur, depuis le lac jusqu'à Martigny, et surtout aux défilés de Cluse et de Saint-Maurice, démontrent que les cailloux roulés et les blocs

de notre bassin n'ont passé ni par l'une ni par l'autre de ces vallées. Je ne citerai que quelques-unes de ces observations.

Depuis Cluse jusqu'à Servoz, ce qui fait un espace de six lieues du cours supérieur de l'Arve, il n'y a point de blocs de granite sur la rive droite de cette rivière, et sur la rive gauche ils sont distribués par groupes à des distances plus ou moins grandes, remontant contre la pente des montagnes. Il y a même un intervalle d'une lieue entre Chedde et Servoz où l'on n'en voit aucun ni sur une rive ni sur l'autre. Or, si les 4000 blocs de toutes les grandeurs répandus sur le mont Salève, sur le mont de Sion et dans leurs environs étaient venus de la vallée de Chamouni, il en serait resté par-tout dans les vallées intermédiaires. Je dis même qu'ils y seraient tous restés; car comment auraient-ils pu dépasser le défilé de Cluse, où la vallée de l'Arve, qui, d'abord étranglée, acquiert tout-à-coup une largeur trente fois plus grande que celle du défilé, prise à une hauteur verticale de 50 toises. Le courant serait devenu un lac d'une eau presque tranquille. Tous les grands blocs surtout seraient restés en arrière d'après le principe posé par M. de Saussure que *les plus gros débris sont toujours les plus voisins de leur source, et qu'ils diminuent graduellement de volume à mesure qu'ils s'en éloignent* (1). Comment les blocs de 30, de 40 et même de 50 pieds que l'on voit sur le mont Salève et dans ses environs auraient-ils pu y arriver? Il est remarquable qu'on n'en trouve aucun de ces dimensions avant d'arriver à la montagne qui domine Sallanches au

---

(1) *Voyages dans les Alpes*, § 1598.

sud, c'est-à-dire, à dix lieues du mont Salève, sur la route du Mont-Blanc.

Si l'on examine avec soin le défilé de Saint-Maurice dans la vallée supérieure du Rhône, et que l'on parcoure la colline couverte d'un vignoble qui, en cet endroit, ferme, pour ainsi dire, la vallée, on n'y apercevra ni blocs ni cailloux roulés; on ne trouvera que les débris anguleux de la pierre calcaire dont la colline est composée. Cependant, si les cailloux et les blocs qui recouvrent le pays qui s'étend depuis le lac jusqu'au Jura et jusque dans le canton de Neufchâtel, avaient passé par le défilé, il en resterait quelque trace; on trouverait de plus ces blocs sur toute la route de Bex, d'Aigle, de Villeneuve, et il n'y a en a point.

Si en particulier les trois grands blocs de pétrosilex (l'un de 33 pieds au-dessus de Morges, le second de 73 pieds dans le bois de Cran, entre Nyon et Coppet, et le troisième de 40 pieds dans le lit de l'Arve près de Genève) étaient arrivés jusqu'au défilé de Saint-Maurice, auraient-ils pu aller plus loin, ne seraient-ils pas restés dans la vallée d'Aigle, dont la largeur est d'une lieue, ou dans le bassin du lac, dont la largeur est de trois lieues, entre Morges et Evian ?

Quelle rapidité, quelle force un courant qui sortirait par un défilé de 50 toises de largeur pourrait-il conserver lorsqu'il arriverait dans un espace de huit à dix mille toises ?

Et que dirons-nous de la multitude de galets et de blocs de jade (euphotide (1) d'Haüy) répandus dans le

(1) Roche composée de jade tenace et de diallage verte.

bassin de Genève jusqu'à la base du Vouache, à la distance de 48 lieues de la vallée de Saas, au pied du mont Rose, où l'on suppose qu'est leur origine (1), et où le courant à sa naissance aurait été encore bien faible et sans aucune force pour charrier, et encore moins pour détacher avec violence des fragmens de jade de seize pieds, comme nous en avons trois à une lieue au sud-sud-ouest de Genève.

Les eaux de la grande vallée du Rhône et celles de toutes les vallées latérales qui y aboutissent n'avaient d'autre issue que le défilé de Saint-Maurice ; ainsi donc la retraite des eaux dans chacune de ces vallées, et en particulier dans celle de Saas, fut extrêmement lente, et dut se faire par un simple abaissement sans courant proprement dit.

Nous en avons une preuve positive dans l'absence de toute espèce de cailloux roulés ou de fragmens des montagnes primitives du Haut-Valais, sur la colline qui ferme la vallée au défilé de Saint-Maurice (2). J'ai parcouru avec soin cette colline, dont la longueur peut être d'une demi-lieue, et je n'y ai aperçu que des débris de la pierre calcaire dont elle est composée ; et certainement si un courant chargé de pierres avait passé par le défilé, il en serait resté des amas considérables dans cet endroit.

Il faut se rappeler ici que les fragmens de jade dans le vaste bassin de Genève sont accompagnés d'accumula-

---

(1) *Essai statistique sur le canton de Genève*. Zurich, 1817. p. 44.

(2) De Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 1063.

tions immenses d'autres pierres qui doivent avoir la même origine, c'est-à-dire, que la même cause doit les avoir disséminées.

J'ai présenté, dans une autre occasion, les argumens qui prouvent que la retraite générale des eaux de l'ancien Océan de dessus le continent de l'Europe se fit graduellement et non par des mouvemens rapides. Je parle de mois et non de siècles.

L'impossibilité que l'immense quantité de pierres de tout genre qui couvrent le bassin de Genève jusqu'à la profondeur visible de 300 pieds, comme entre Cartigny et le passage de l'Ecluse, soient venues de la chaîne des Alpes paraît donc démontrée. Il faut revenir à l'origine locale et souterraine que nous avons proposée pour tous les endroits cités, savoir : la gorge du Reposoir, les vallées de Travers et de Saint-Imier, et les parties septentrionales de l'Allemagne.

La cause qui refoula au dehors tous ces débris étrangers au sol eut une force prodigieuse pour diviser, disperser et mêler les fragmens des différentes couches rompues. Il fallait que ce fût un bouillonnement immense des eaux du fond de la mer, causé par le renversement des couches des montagnes, par l'affaissement des montagnes elles-mêmes, qui refoulaient les eaux déjà engoufrées, et par la sortie des fluides élastiques de l'intérieur de la terre. Ces bouillonnemens causaient des mouvemens dans tous les sens, des oscillations long-temps continuées, qui transportaient les fragmens tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, qui mêlaient les différentes espèces entre elles, tellement que, dans le bassin de Genève, à peine deux ou trois fragmens de la même roche primi-

tive se trouvent les uns à côté des autres. Cette force agit dans toute l'étendue du pays entre les Alpes et la mer Baltique, et sans doute dans les autres parties de notre globe. Par-tout où les montagnes et les collines, les couches bouleversées des plaines laissaient des intervalles entre elles, les eaux refoulées du fond de la mer et les fluides élastiques de l'intérieur de la terre sortaient par ces intervalles et vomissaient au dehors, comme par autant de foyers, les débris des couches inférieures.

Il résulte de tout ce qui précède que ce ne sont pas les couches qui s'élèvent au-dessus du sol en collines et en montagnes qui ont fourni aucune des pierres étrangères recouvrant tant de pays, mais celles qui sont dans les profondeurs.

Il est à propos de faire ici une remarque sur une observation mentionnée dans l'*Essai statistique* déjà cité : il y est dit, p. 45, que les blocs très-nombreux sur Salève, sur le Jura, etc. *sont de véritables pierres roulées, ayant une forme arrondie et tous leurs angles émoussés, ainsi que les arêtes de leur cassure.* J'ai beaucoup examiné tous ces blocs sur le mont Salève, et j'ai fait une observation toute contraire. Il m'a paru que la plupart d'entre eux avaient encore leurs angles et leurs arêtes vives (1), tellement qu'on dirait que plusieurs viennent d'être détachés des couches auxquelles ils ont appartenu et qu'ils ne sont qu'à deux pas de leur lieu natal. Quelques-uns,

---

(1) « Leurs angles sont vifs, ils n'ont pas voyagé longtemps », dit M. le Prof. Pictet dans son Discours imprimé dans le *Bulletin de la Société helvétique pour les sciences naturelles*, n° 3. 1er sept. 1817. p. 19.

au lieu d'être *arrondis*, sont si plats que leur épaisseur n'est pas la sixième partie de leur longueur. Ce ne sont pas seulement les gros blocs, mais une multitude de plus petits fragmens qui sont anguleux, comme si de grandes masses venaient d'être brisées sur place.

Sur la base du Jura, au-dessus du village de Saint-Jean, à quatre lieues à l'ouest de Genève, et à vingt lieues de la chaîne primitive des Alpes, on rencontre dans un terrain inculte environ 80 blocs, dont quelques-uns de 15 à 20 pieds, d'une roche veinée très-dure, composée de quartz et de stéatite verte brillante; la plupart de ces blocs sont anguleux avec leurs arêtes tranchantes; on dirait de plusieurs d'entre eux qu'ils ont fait partie de la même masse. Si tous ces blocs avaient été *voiturés* ou entraînés par un courant l'espace de quinze ou vingt lieues, parcourant tous les détours des vallées de Chamouni, de Servoz, de Sallanches, de Maglan, de Cluse, de Bonneville, la plaine de Regnier ou celle de Genève, eussent-ils conservé leurs angles et leurs arêtes vives? N'est-il pas même étonnant que les injures de l'air n'aient pas plus émoussé ces angles et ces arêtes qu'elles ne le sont, quand on pense au nombre de siècles pendant lesquels ces blocs ont été exposés à l'action de la pluie, des vents, de la gelée et des rayons du soleil?

Expression générale de l'origine locale et souterraine.

Les accumulations de cailloux arrondis et de leurs associés (les blocs, les graviers et les terres) sont les restes de couches détruites sur place (à différentes profondeurs) par une force partant de l'intérieur de la terre, et à laquelle se joignaient les violentes agitations du

fond de la mer qui mêlaient entre eux les débris de toutes les couches (1).

(1) M. de Buch a adopté entièrement l'idée que ces blocs du Jura sont venus des Alpes. Pour expliquer leur transport, il suppose un seul jet, une explosion unique partant de l'extrémité nord-est de la chaîne du Mont-Blanc, et lançant par des lignes divergentes des milliers de blocs de granite jusque sur la pente du Jura. Ces blocs se trouveraient ainsi à une distance de vingt-cinq à trente lieues de leur origine, occupant un arc de cercle de vingt lieues d'étendue sans qu'il en reste aucun dans l'espace intermédiaire.

M. de Buch reconnaît lui-même que cette hypothèse est sujette à de grandes difficultés, qu'elle dépasse même tout ce qu'il est permis à l'imagination de supposer.

Nous rappellerons des faits qui paraissent avoir échappé à son observation.

Ce n'est pas seulement sur la pente du Jura, en face des Alpes, qu'il y a des blocs; mais dans presque toute l'étendue des vallées de Travers et de Saint-Imier, quoiqu'elles soient séparées de la chaîne des Alpes par la plus haute crête du Jura.

M. de Buch ignorait sans doute que le coteau de Boisy, parsemé de blocs (*), ne se trouve sur aucune de ces lignes divergentes, et qu'il est complètement séparé de la chaîne primitive par des chaînes calcaires très-élevées. Il ignorait encore qu'il y a des blocs de granite sur la pente occidentale du mont Salève, dans la partie appelée la *Croisette*, *etc.*; que le mont de Sion en est jonché en quelques endroits, quoique cette montagne basse soit complètement séparée de la chaîne des Alpes par le mont Salève; que les fragmens de

(*) De Saussure, § 306.

L'hypothèse des explosions des fluides élastiques intérieurs est la conséquence immédiate des phénomènes : comment, par exemple, expliquer sans elles l'étonnante dispersion des fragmens de jade dans le bassin de Genève?

---

jade mêlés de diallage se trouvent épars dans toute la plaine de Genève jusqu'au Vouache, et par conséquent à dix-huit lieues, à angle droit de l'alignement de la vallée du Rhône par où il fait passer ces fragmens.

Si M. de Buch avait connu ces faits, il n'aurait pas proposé cette hypothèse; laquelle d'ailleurs est contraire à tous les principes de la physique terrestre.

Il rapporte lui-même l'argument le plus fort contre l'origine alpine en général, c'est l'absence des blocs de granite dans l'espace intermédiaire, entre la chaîne du Mont-Blanc et le Jura, dans la vallée du Rhône, depuis Martigny jusqu'à Orbe. Il ne s'est pas rappelé que les couches primitives doivent régner sous tous les sols, ainsi qu'il en fait la réflexion dans son ouvrage sur la Norwège (*) : « La nature, dit-il, » est par-tout la même dans le nord comme dans les pays » moins élevés en latitude, et ses lois s'étendent également » sur toute la surface du globe. Des phénomènes même en » apparence de peu de conséquence sont par-tout répétés. »

Une des conséquences de cette uniformité de composition des couches de notre globe, c'est que le granite et ses associés, le gneiss et le schiste micacé, quoiqu'on ne les aperçoive pas, dans plusieurs pays, à la surface du sol ou dans les montagnes voisines, doivent cependant se trouver à une certaine profondeur.

Nous nous sommes appliqués à montrer, dans notre Mémoire, que l'origine souterraine rendait suffisamment raison

(*) *Voyage en Norwège et en Laponie*, tome I, p. 95. Paris, 1816.

Je les ai observés dans quarante-huit points différens répartis sur une surface de vingt lieues de circonférence; on les trouve à tous les niveaux, depuis celui du lit des rivières jusqu'à 6 ou 700 pieds au-dessus; sur la base du Jura, de Salève et du Vouache. Ils sont mêlés avec les débris d'un grand nombre d'autres roches. Que d'explosions! que de conflits des eaux entre elles (1)! pour produire une telle dispersion et un tel mélange, pour réduire une multitude de couches en des accumulations immenses de pierres arrondies, de graviers, de sables et de terres glaises.

Il est remarquable que le jade, qui est une des roches primitives les plus abondantes parmi les pierres éparses du bassin de Genève, ne se trouve nulle part dans les montagnes voisines; et qu'avant de trouver cette roche en place, il faut remonter jusqu'à la vallée de Bagne ou à celle de Saas, dans le Haut-Valais; vallées qui sont presque fermées par des gorges ou des défilés.

On demandera quelle probabilité y a-t-il que le jade se soit trouvé au-dessous de notre bassin.

---

de ces phénomènes. Les eaux refoulées de la mer rejetaient sur la pente des montagnes les débris des couches inférieures à des hauteurs variées, suivant la force avec laquelle ils étaient portés.

L'extrait du Mémoire de M. de Buch est d'ailleurs rempli de faits importans, et il serait à souhaiter qu'il fût traduit en entier.

(1) *Traité élémentaire de Géologie*, par Deluc. Paris, 1809, § 292-295.

La réponse nous sera fournie par MM. de Buch et de Humboldt.

« L'euphotide, dont le jade est la base, dit le pre-
» mier auteur, est une roche abondamment répandue
» dans les quatre parties du monde; elle constitue des
» terrains entiers de plusieurs milles (d'Allemagne)
» d'étendue; elle s'élève à des hauteurs considérables;
» elle se trouve dans le Haut-Valais, en Corse, en
» Chypre, dans le Hartz, en Silésie, en Autriche, en
» Norwège, dans l'île de Cuba, etc. (1) ».

Cette roche règne donc sur tout le globe, et là où on ne la voit pas à la surface du sol, on peut supposer qu'elle existe au-dessous; il en est sans doute de même de toutes les roches dont nous trouvons des débris dans le bassin de Genève; les couches dont ils sont les restes y étaient à des profondeurs plus ou moins grandes.

Comme dans le bassin de Genève, le jade se trouve en Amérique, en fragmens épars, sans qu'ils soient venus d'aucune montagne. « Malgré nos courses longues, dit
» M. de Humboldt (2), et fréquentes dans les Cordillières
» des deux Amériques, nous n'avons jamais pu décou-
» vrir le jade en place; et plus cette roche paraît rare,
» plus on est étonné de la grande quantité de haches de
» jade que l'on trouve presque par-tout où l'on creuse
» la terre dans les lieux jadis habités, depuis l'Ohio
» jusqu'aux montagnes du Chili. »

Ces fragmens de jade ont donc appartenu à des couches

---

(1) Cette roche, contenant de la diallage, se trouve en cailloux roulés sur les bords de la mer Blanche.

(2) *Vues des Cordillières*, t. 1, p. 329-330.

détruites qui se trouvaient sous le sol de l'Amérique, tout comme les fragmens d'euphotide épars dans le bassin de Genève ont appartenu à des couches détruites dans le même lieu.

Revenons un instant aux fragmens de roches que l'on suppose être venus de la chaîne du Mont-Blanc.

Quelle force (que M. de Buch ne définit point) aurait pu détacher ces dix mille fragmens à une hauteur de 1300 toises (1), où commence seulement le granite chloriteux (protogine de Jurine), dont ces fragmens sont composés, pour les disperser à vingt et trente lieues à la ronde dans un arc de cercle de trente-quatre lieues, depuis les environs du lac de Bienne jusqu'au mont de Sion, près de Frangy, pour les déposer tant sur les pentes des montagnes qui font face à la chaîne des Alpes que sur les pentes opposées; ce qui suppose que ces blocs (2) franchissaient les montagnes.

EXPÉRIENCES *sur la nature de l'Acide malique.*

Par HENRI BRACONNOT.

(Lues à la Société royale académique des Sciences, etc. de Nancy, le 11 juin 1818.)

L'ACIDE malique étant considéré comme l'un des plus généralement répandus dans les végétaux, et devant

---

(1) Au-dessus du niveau de la mer, et à une époque où l'on a de fortes raisons de croire que le grand Océan n'atteignait pas.

(2) Je parle de ceux dont la longueur varie entre trois et soixante pieds.

jouer un certain rôle, m'inspira depuis long-temps le desir de le soumettre à quelques essais, dans l'intention de l'obtenir d'une pureté parfaite, afin de pouvoir déterminer ses propriétés ; car cet acide, tel que Schéele le fit connaître, me parut souvent différent de lui-même et fort éloigné de la constitution de tous les autres acides végétaux, tant par sa couleur plus ou moins brune, sa viscosité poissante, que par ses combinaisons incristallisables qui affectent presque constamment l'aspect d'une gomme ; d'ailleurs la quantité énorme de charbon qu'il laisse après sa distillation, comparée avec celle que fournissent les autres acides combustibles, me porta à penser qu'il contenait un principe étranger à sa nature, abondant, et qui devait masquer entièrement toutes ses propriétés : pénétré de cette idée, je combinai cet acide obtenu des pommes avec de l'oxide de zinc, et j'obtins, comme Schéele l'a dit, un sel cristallisé que je purifiai, et duquel je dégageai l'acide ; je me disposais à le faire connaître sous le nom d'*acide malique pur ;* car je supposai dès ce moment qu'il n'y avait pas d'autre acide malique dans les pommes que celui-ci, et des recherches ultérieures ont confirmé mon opinion. Cependant il restait à examiner un acide malique qu'on supposait beaucoup plus pur que tous ceux qu'on a indiqués ; je veux parler de celui obtenu de plusieurs plantes grasses, et notamment du *sempervivum tectorum*, qu'on a même regardé comme tout-à-fait exempt d'impuretés ; mais M. Gay-Lussac reconnut qu'il contenait souvent de la chaux, et que cette terre lui communiquait la propriété de précipiter le nitrate de plomb et le nitrate d'argent, tandis que l'acide qui en est privé ne les précipite plus :

j'avais aussi observé cette différence que j'avais mal interprétée ; ce qui me porta à soupçonner l'existence de deux acides dans le suc de joubarbe. A la même époque, je fis, comme M. Donovan, plusieurs essais, dans l'intention d'y découvrir l'acide sorbique ; mais je n'obtins jamais de sorbate de plomb cristallisé en traitant l'acide malique de la joubarbe avec l'acétate de plomb, et je ne parvins même pas à obtenir des cristaux en saturant cet acide avec l'oxide de zinc, comme cela arrive avec l'acide des pommes ; mais seulement une combinaison sèche et cassante qui ressemblait à la gomme arabique. Je n'obtins pas de meilleurs résultats en saturant en grande partie l'acide malique de la joubarbe en dissolution dans l'eau chaude, par la chaux ; car, en exposant cette liqueur à la chaleur de l'ébullition pour l'évaporer, il s'en sépara une masse abondante insipide, se laissant pétrir comme de la poix, et qui était une combinaison d'une grande quantité de matière muqueuse particulière avec un sel végétal calcaire. J'ai fait plusieurs essais, la plupart infructueux, pour obtenir ce sel calcaire pur ; enfin, je suis parvenu au résultat que je desirais.

Pour obtenir l'acide du *sempervivum tectorum* dans toute sa pureté, j'ai évaporé presque en consistance de sirop le suc filtré de cette plante ; j'y ai versé peu à peu de l'alcool, qui en a séparé une masse pâteuse, abondante, satinée, que l'on a regardé comme du malate acidule de chaux : pétrie à plusieurs reprises avec de l'alcool affaibli, elle a été exprimée fortement dans une toile pour bien la dépouiller de la matière sucrée ; cette masse, redissoute dans l'eau, lui a communiqué une couleur brune ; on y a versé de l'acide sulfurique pour décomposer par-

tiellement le sel calcaire, de manière que la liqueur contractât une saveur aigre assez marquée : filtrée à travers un linge pour pouvoir en séparer le sulfate de chaux par expression, elle a laissé déposer, au bout de vingt-quatre heures, un sel végétal grenu, blanc, acide, que l'on ne pouvait confondre avec le sulfate de chaux ; ce dernier, en se précipitant, avait aussi entraîné une quantité notable du même sel à base de chaux, parce qu'on avait négligé d'étendre la liqueur d'une quantité d'eau suffisante pour le retenir en dissolution. La liqueur brune acide dont ce sel grenu s'était précipité, après avoir été évaporée en consistance de sirop et abandonnée pendant quinze jours dans un lieu frais et humide, a cristallisé en grande partie ; on a séparé les cristaux du liquide brun en mettant le tout dans un nouet de toile forte, et en le soumettant à une pression graduée ; il en est résulté une assez grande quantité de sur-sel à base de chaux semblable au précédent et d'une couleur fauve. On l'a fait redissoudre dans l'eau bouillante et cristalliser de nouveau, ce qui s'est effectué très-promptement.

Ce sel était en groupes globuleux de la grosseur de petites noisettes, et formés de cristaux aplâtis, lenticulaires, fassiculés ou disposés en rosettes, et d'une saveur acide très-marquée. Ce sel était dur, transparent ; mais il avait encore une légère teinte ambrée. Cristallisé de nouveau moins tumultueusement que la première fois, il était d'un blanc éclatant, en cristaux réguliers qui offraient distinctement de petits prismes à six faces, dont deux plus larges opposées, et qui étaient terminés aux deux extrémités par des sommets en biseaux.

Le liquide sirupeux brun acide, séparé ainsi qu'il a

été dit du sur-sel calcaire, en retenait encore beaucoup en dissolution ; on y a ajouté successivement et en agitant de petites portions d'alcool, en évitant toutefois d'en mettre une trop grande quantité qui aurait précipité toute la matière en un *magma* considérable ; par cette addition ménagée d'alcool, on a obtenu avec le temps de nouveaux cristaux et un liquide brun incristallisable qui contenait encore du même sel, mais que je n'ai pu entièrement séparer, par ce moyen, de la matière muqueuse qui lui était associée.

Nous reviendrons tout-à-l'heure sur ce liquide brun incristallisable ; occupons-nous maintenant de l'acide végétal uni à la chaux dans le sur-sel que nous avons obtenu.

20 grammes de ce sel très-blanc et pur, obtenu d'une quantité assez médiocre de joubarbe, ont été dissous dans l'eau chaude ; on en a précipité la chaux par l'acide sulfurique ; mais comme il y avait dans la liqueur un excès de ce dernier, on l'a fait chauffer avec de l'oxide de plomb : elle a contracté une saveur légèrement douceâtre qui indiquait qu'elle retenait du plomb : cette liqueur, filtrée et abandonnée dans le repos pendant vingt-quatre heures, n'a point changé d'état ; mais, au moment même où j'ai saisi le vase qui la contenait, la secousse que je lui ai imprimée a suffi pour déterminer une cristallisation brillante et abondante d'un sel de plomb. Ces cristaux ont été redissous, à l'aide de la chaleur, dans le liquide acide d'où ils se sont séparés, et on y a fait passer un courant de gaz hydrogène sulfuré. La liqueur, filtrée et évaporée, a laissé un acide très-aigre en consistance de miel, et incolore comme de l'eau. Traité par l'alcool,

celui-ci l'a dissous, et en a séparé une petite quantité de sur-sel calcaire retenant de l'oxide de plomb, quoiqu'on ait eu la précaution de faire passer dans l'acide un grand excès d'hydrogène sulfuré; ainsi purifié par l'alcool et rapproché en consistance de sirop, il n'a point donné d'indices de cristaux au bout de vingt-quatre heures; mais étant placé dans une étuve, il a cristallisé entièrement au bout du même temps : il s'est d'abord formé des cristaux dont l'assemblage offrait de petits groupes globuleux, aplatis, d'environ une ligne de diamètre, et bientôt le tout s'est concrété en une masse blanche opaque, tuberculeuse à sa surface.

Cet acide contenait encore des indices de chaux et de plomb, ainsi que je m'en suis assuré par la combustion. Distillé dans une petite cornue de verre, il a commencé par se fondre; il a passé d'abord un liquide incolore, acide, très-caustique, communiquant aux parties de la bouche où il avait été mis en contact, une couleur blafarde et une constriction fort désagréable : ce liquide n'a pas tardé à cristalliser par l'évaporation spontanée à l'air. En augmentant la chaleur sous la cornue, presque tout l'acide s'est transformé en un sublimé blanc, formé de cristaux aciculaires, moins soluble dans l'eau que l'acide non sublimé, et qui ont plus facilement cristallisé que lui en petites sphères par l'évaporation.

Il n'est resté dans la cornue qu'une très-petite quantité de charbon.

L'acide pur de la joubarbe ne précipite ni le nitrate de plomb, ni le nitrate d'argent, ni le nitrate de mercure.

Il forme avec l'acétate de plomb un précipité blanc

soluble dans le vinaigre distillé, et même dans l'eau bouillante.

L'eau de chaux et l'eau de baryte ne produisent aucun changement apparent.

Saturé exactement avec du carbonate de potasse ou de soude, il donne des sels parfaitement incristallisables, déliquescens et insolubles dans l'alcool rectifié.

Combiné avec la magnésie, il donne un sel qui cristallise avec la plus grande facilité ; il en est de même de sa combinaison avec l'oxide de zinc.

Enfin, si on verse de l'acétate de plomb dans cet acide étendu d'eau, le précipité blanc opaque et abondant qui se forme se redissout peu à peu dans la liqueur, et finit par se transformer entièrement en cristaux très-déliés réunis en houppes soyeuses, élégantes et d'un grand éclat : ce sel, mis en ébullition avec de l'eau, s'y dissout, mais en petite quantité, s'y liquéfie en une masse pâteuse comme de la résine à demi fondue, et se laisse tirer en fils qui deviennent cassans sitôt que la température diminue.

Il serait inutile, je pense, d'insister davantage sur les propriétés de cet acide ; car on voit assez clairement qu'elles ne peuvent appartenir qu'à l'acide sorbique.

J'ai dit que le liquide brun acide, qui avait refusé de donner des cristaux de sur-sel à base calcaire ou de sorbate acide de chaux, en retenait encore ; mais il était impossible de le séparer de la matière muqueuse brune par la voie de la cristallisation. Sachant que l'acide sorbique est susceptible de passer à la distillation en éprouvant toutefois des modifications dans ses propriétés, j'ai distillé ce résidu brun incristallisable après en avoir sé-

paré la chaux par l'acide sulfurique, et j'ai obtenu pour produit :

1°. Une huile noirâtre fluide, assez abondante, qui n'a pu être produite que par la matière muqueuse étrangère à l'acide végétal ;

2°. Un liquide jaunâtre très-acide, ne contenant que des traces d'acide acétique ; évaporé spontanément à l'air, il a fourni des cristaux réunis en petites sphères aplaties comme l'acide sorbique, mais un peu moins solubles et plus facilement cristallisables : ce produit acide, étendu d'eau et saturé avec de la craie, a produit une vive effervescence ; il s'en est séparé de l'huile, et on a obtenu par l'évaporation et le repos un sel neutre qu'on a pressé avec du papier brouillard pour absorber la matière huileuse. Ce sel s'est dissous dans l'eau beaucoup plus aisément que le sorbate de chaux, et a cristallisé confusément en une masse blanche opaque qui avait l'apparence du sucre de raisin. L'acétate de plomb a produit, dans la dissolution aqueuse de ce sel, un précipité blanc qui s'est redissous peu à peu de lui-même dans la liqueur ; celle-ci a fini par se prendre entièrement en une gelée transparente, incolore, dans laquelle se trouvait disséminée une multitude de petits cristaux globuliformes d'un blanc opaque, qui avaient au plus la grosseur des graines de pavots.

D'après ce qui précède, il paraît que cet acide, ainsi obtenu par la distillation du résidu brun incristallisable, n'est autre chose que l'acide pyrosorbique, dont les propriétés diffèrent de l'acide sorbique proprement dit.

Le charbon résultant de cette distillation était boursoufflé, fort abondant, et appartenait évidemment pres-

que en totalité à la matière muqueuse inconnue. J'ai fait plusieurs essais, dans l'intention d'obtenir celle-ci tout-à-fait dégagée d'acide sorbique; mais je ne suis arrivé à aucun résultat satisfaisant.

Cette matière me paraît tenir le milieu entre la gomme et le sucre; elle est insoluble dans l'alcool : elle a une telle influence pour masquer les combinaisons formées par l'acide sorbique, que si on la mêle à une dissolution d'une assez grande quantité de cet acide pur, on ne peut obtenir aucun indice de sorbate de plomb cristallisé, en versant dans le mélange de l'acétate de plomb. Je crois pouvoir conclure de mes expériences que l'acide malique de Schéele est composé au moins de deux substances, d'acide sorbique et d'une matière muqueuse abondante qui ne paraît pas toujours identique. Il reste sans doute encore à examiner avec plus de soin qu'on ne l'a fait jusqu'à présent cette variété nombreuse d'acides impurs qu'on a désignés, dans une foule d'analyses, sous le nom d'*acide malique;* il est probable qu'on y retrouvera l'acide sorbique, ou peut-être quelques autres acides nouveaux masqués par un principe muqueux. Il me suffit pour le moment de m'être convaincu de la nature complexe de l'acide malique obtenu des principales substances où on l'a indiqué, tels que des pommes, des joubarbes, des sorbes, des raisins verts. A l'égard de ces derniers, je dois rectifier une erreur que j'ai commise; j'ai dit, dans un Mémoire sur l'Acide sorbique, qu'ils ne contenaient point d'acide malique, mais une quantité notable d'acide sorbique associé à l'acide citrique : je m'étais un peu trop rapporté à l'autorité de M. Proust; car ce prétendu acide citrique n'est autre que l'acide

tartrique. Quant à l'acide malique que Schéele et M. Donovan ont admis dans les sorbes, M. Vauquelin l'a recherché avec tout le soin possible dans ces fruits sans pouvoir parvenir à constater sa présence.

Observation du Rédacteur. Les expériences de M. Braconnot ne laissent aucun doute que l'acide de la joubarbe, et par conséquent celui des pommes, ne soit le même que celui du fruit du sorbier : elles nous paraissent avoir un grand intérêt, et nous ne doutons point que tous ceux qui s'occupent de l'étude de la chimie et de la physiologie végétale n'en conçoivent la même opinion.

S'il est incontestable que l'acide malique et l'acide sorbique sont identiques, la justice réclame que l'on conserve le nom d'*acide malique* donné par l'illustre Schéele à l'acide qu'il avait découvert dans les pommes, quoiqu'il ne l'eût pas obtenu dans son plus grand état de pureté. Les propriétés qu'il avait reconnues à l'acide malique et à ses combinaisons sont incontestables et suffisantes pour caractériser un acide nouveau. Ainsi, l'on doit dire que l'acide sorbique de M. Donovan n'est que l'acide malique de Schéele, un peu plus pur.

LETTRE *de M.* Gay-Lussac *à M.* Alexandre de Humboldt, *sur la Formation des nuages orageux.*

« JE cède, mon cher ami, à l'invitation que tu m'as faite de mettre par écrit la manière dont je conçois la formation des nuages orageux. Jusqu'à présent on n'en a

point donné, que je sache, une explication satisfaisante; et si celle que je présente n'est point exacte, je dirai qu'il est permis de s'égarer après les savans physiciens qui ont fait de l'électricité l'objet de leurs méditations habituelles. Les progrès que te doit la météorologie attestent l'utilité de l'expérience et de l'observation; mais quand les phénomènes sont peu accessibles à nos recherches, il faut bien se livrer à des conjectures pour découvrir la vérité : cependant on doit toujours se laisser diriger par des principes certains, ou au moins par des analogies vraisemblables. Sans cela, ce serait une témérité de vouloir pénétrer les secrets de la nature, et l'on ne tarderait pas à s'égarer.

» Les physiciens qui ont cherché à expliquer la formation des nuages orageux paraissent admettre que l'eau, en prenant l'état de fluide élastique, rend l'électricité latente comme la chaleur, et que lorsque les vapeurs se condensent, cette électricité devient libre, et se manifeste par une tension beaucoup plus forte qu'elle n'était auparavant. C'est au moins l'opinion qu'émet l'illustre Volta dans le 23me volume du *Journal de Physique*, p. 98; et celle de Bennet (*New. exp*ts, *on Elect.* p. 105) n'en diffère pas essentiellement.

» Cette manière de concevoir la formation des nuages orageux est au moins très-incomplète, et je ne crois pas qu'elle repose sur une base bien solide, quand on fait dériver l'électricité des nuages des vapeurs aqueuses qui l'abandonnent en se condensant. Je vais exposer les motifs de cette opinion.

» On n'a cessé de répéter depuis Wilke, que lorsqu'un corps liquide se solidifie, il se développe toujours

de l'électricité, parce que ce célèbre physicien avait observé que du soufre, coulé dans un verre où on le laisse refroidir, manifeste, lorsqu'on l'en retire, une forte électricité résineuse, et le verre une électricité vitrée égale en intensité à la première. Le chocolat et la cire après leur congélation, le protochlorure de mercure après sa volatilisation et sa condensation, etc., présentent le même phénomène.

» Ces expériences sont incontestables; mais on les a faussement interprétées lorsqu'on a dit que le développement d'électricité était dû au changement d'état des corps. Si, en effet, cette cause était la véritable, il devrait se manifester de l'électricité dans le changement d'état d'un corps quelconque; mais il n'en est point ainsi. Je me suis assuré qu'en fondant plusieurs métaux ou des alliages dans du verre isolé, on n'obtenait aucun signe électrique après leur séparation. La production de l'électricité par le changement d'état n'est donc point un phénomène général; et par conséquent celle qu'on observe après la congélation du soufre, de la cire, du chocolat, etc. doit avoir une autre origine, et il est facile de la découvrir.

» On sait que lorsqu'on frotte l'un sur l'autre deux disques de nature différente, isolés (par exemple, du verre et du cuivre), ils ne donnent aucun signe électrique tant qu'ils restent superposés; mais qu'aussitôt qu'on les sépare, ils manifestent des électricités contraires, égales en intensité. Le frottement n'a pas besoin d'être bien violent, lorsque le temps est favorable, pour développer de l'électricité; il peut être très-faible; et comme l'a fait voir M. Haüy, pour quelques minéraux, une légère

pression des doigts est suffisante. Si l'on examine ce qui se passe dans l'expérience de Wilke, on remarque que le soufre, en se congelant, se colle sur le verre, et ne s'en détache ensuite qu'avec peine, à mesure que le refroidissement s'opère, par l'effet d'un plus grand retrait que n'en éprouve le verre. C'est alors seulement que l'électricité se développe, en vertu de la même cause que dans le frottement ou dans les expériences curieuses de M. Haüy. L'adhérence des corps entre eux, et leur séparation par l'inégalité de leur retrait, comme cela a lieu entre le verre et le soufre, sont des conditions indispensables pour que l'on obtienne de l'électricité après la fusion et la congélation d'un corps : les métaux qui ne les réunissent point n'en manifestent aucune trace après leur congélation dans du verre. Je n'entends point parler ici de l'électricité développée par le contact des corps : elle est incomparablement plus faible que celle développée par le frottement, et d'ailleurs j'ai voulu seulement prouver que la congélation des liquides ne pouvait être considérée comme une source particulière d'électricité.

» J'ajouterai encore, comme nouvelle preuve que la congélation n'est pas une source d'électricité, deux observations qui me paraissent décisives.

» 1°. Si l'on conçoit que le soufre liquide contienne l'une des électricités latente ou combinée, et que cette électricité devienne sensible par la congélation du soufre, le verre dans lequel on fait congeler ce corps, ne changeant point d'état, ne doit avoir aucune part à la production de l'électricité, et son action se bornerait à partager celle développée par la congélation du soufre. Les deux

corps, même pendant leur contact, manifesteraient donc de l'électricité; mais Æpinus a justement fait voir le contraire.

» 2°. Si l'on supposait que le soufre, en se congelant, décompose son électricité naturelle, ce corps paraîtrait évidemment dans le même état que s'il ne l'eût pas décomposée; car, c'est un principe incontestable que toutes les fois qu'il se *produit* de l'électricité, son état vitré et son état résineux se manifestent simultanément avec la même intensité, et que conséquemment le corps doit être considéré comme étant dans son état naturel, tant que les deux électricités restent confondues ensemble.

» Etant démontré qu'il ne se produit point d'électricité pendant la congélation des corps, il est clair que réciproquement il ne doit pas non plus s'en produire pendant leur liquéfaction.

» J'insiste sur la congélation et la liquéfaction comme sources d'électricité, parce que la vaporisation et le retour des vapeurs à l'état solide ou à l'état liquide doivent se comporter, relativement à la production d'électricité, d'une manière absolument semblable. J'admets donc qu'un changement d'état quelconque des corps ne manifeste d'autre électricité que celle qui peut être développée par contact ou par frottement; que l'une des électricités ne peut jamais être déguisée ou rendue latente que par l'électricité opposée; et qu'enfin, l'une ne se produit isolément, dans aucune circonstance, sans l'autre.

» Ainsi, lorsque les vapeurs aqueuses se résolvent en vésicules et forment des nuages, il n'y a aucune production d'électricité; il en existe la même quantité de *libre* dans les nuages que dans la masse d'air transparent,

dont il occupe la place. Cette proposition paraîtra sans doute paradoxale ; mais j'espère, par les développemens que je vais donner, la rendre beaucoup plus vraisemblable.

» On doit admettre, comme une vérité démontrée par les expériences de Lemonnier (1), et celles de tous les physiciens venus après lui, que l'air est habituellement dans un état d'électricité vitrée, dont l'intensité croît à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère. On ne connaît pas encore parfaitement les causes de cet état électrique de l'air ; mais il est très-probable, d'après les observations de Laplace et Lavoisier (2), confirmées par celles de Volta (3), Bennet (4) et Saussure (5), que l'évaporation de l'eau est une des principales, et que le développement d'électricité d'ailleurs très-faible est dû à un procédé galvanique ou de contact. On ne sait pas non plus comment le fluide électrique est répandu dans l'air ; s'il y est simplement disséminé, ou s'il adhère plutôt aux molécules aqueuses qu'aux molécules d'air. Je supposerai qu'il est disséminé dans l'atmosphère ; qu'il y est dans un état libre ou sensible, prêt à se porter et se rassembler sur les conducteurs qu'on lui présente, et qu'il est en même quantité dans le nuage qui vient de se former que dans la masse d'air avant la formation du nuage. Si

---

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, p. 223.

(2) *Idem*, année 1781, p. 292.

(3) *Journ. de Phys.*, t. XXIII, p. 95.

(4) *New exp^{ts} on Elect.*, p. 105.

(5) *Voyage dans les Alpes*, t. III, p. 326.

ces suppositions ne sont pas incontestables, elles sont au moins très-probables. Il est évident, en effet, que l'électricité est dans un état libre et sensible dans l'air, puisqu'elle se réunit autour des conducteurs qu'on élève dans l'atmosphère ; et il n'est pas moins évident qu'elle est en même quantité dans l'air avant et après la formation du nuage ; car il me paraît démontré que la vapeur ne rend point l'électricité latente, et que l'une des électricités ne peut être déguisée que par l'autre ; et quand même les deux électricités existeraient développées dans la vapeur aqueuse ou dans l'air, mais masquées l'une par l'autre, on ne devrait tenir compte que de celle qui serait en excès, et qui serait par conséquent dans un état libre ; car il n'y a que cette électricité qui puisse concourir à la formation des nuages orageux.

» Je conçois donc que c'est l'électricité répandue habituellement dans l'air, et qui a été produite par l'évaporation ou par toute autre cause, qui est la véritable source de l'électricité des nuages orageux. Nous verrons comment une électricité aussi faible en apparence peut s'accumuler au point de produire le tonnerre ; mais avant j'exposerai les circonstances favorables à la production des orages.

» L'une, et je dirai la principale de ces circonstances, est la formation de grands nuages denses et isolés. Les nuages sont isolés ; car un orage est toujours un phénomène local : ils sont très-denses et très-étendus ; car il tombe souvent plus d'eau en quelques minutes, pendant une pluie d'orage que pendant un hiver entier, sur un espace considérable.

» C'est dans les saisons chaudes, par un temps hu-

mide, qu'il peut se former de grands nuages. L'air, parvenu au terme d'humidité extrême, abandonne, par un abaissement de température de quelques degrés, une quantité d'eau beaucoup plus grande que par un abaissement égal à une température inférieure. On conçoit aisément, d'après cela, pourquoi les nuages sont beaucoup plus denses et les orages bien plus fréquens en été qu'en hiver.

» La cause qui détermine la formation des nuages est certainement un abaissement de température dans de l'air saturé d'humidité; mais cet abaissement peut avoir lieu par le mélange de deux airs inégalement échauffés, ou dans une même masse d'air, sans aucun mélange.

» Dans nos climats, un orage annonce ordinairement un changement de temps, et par conséquent l'existence de courans opposés. Plusieurs fois, j'ai vu, en hiver, une neige abondante être accompagnée d'un ou de deux coups de tonnerre, et la neige est ordinairement le résultat du mélange d'un vent du nord ou du nord-est avec un vent du sud ou du sud-ouest. M. Lacaux, professeur à l'Académie de Rouen, a également observé, dans les Pyrénées, que les orages se forment fréquemment au milieu de courans d'air opposés.

» Tu m'as dit, mon ami, que sous les tropiques, entre les 4° et 10° de latitude nord, les orages sont plus fréquens, et les pluies plus abondantes au commencement et à la fin des pluies que dans toute autre saison : à la première de ces deux époques, les brises du N. E. succèdent aux vents du S. E., et à la seconde, c'est le contraire. Mungo-Park rapporte aussi, dans son *Voyage*. II. 2., qu'entre les 12° et 15° de latitude boréale, dans

l'intérieur de l'Afrique, la saison des orages est celle où les vents N. E. sont remplacés par les vents S. E., ou ceux-ci par les vents N. E.

» Quoique les orages se forment très-souvent par le concours de deux vents contraires d'inégale température, et voisins de l'humidité extrême, je conçois cependant qu'ils peuvent se former aussi dans le même air sans courans opposés. Lorsque, par un temps chaud et calme, la terre humide est échauffée par les rayons solaires, il s'établit un courant ascendant rapide d'air et de vapeur qui s'élève à une très-grande hauteur dans l'atmosphère. Quelques heures après la culmination du soleil, quelquefois même avant, l'air se trouve, par l'effet de ce courant, entièrement saturé de vapeurs, ou près de l'être. Alors un refroidissement dans sa masse, produit par une cause quelconque, et qui doit être bien considérable puisque les orages sont ordinairement accompagnés de grêle, détermine la formation d'un nuage dense et volumineux qui bientôt sera orageux.

» Ainsi, les orages sont précédés de la formation de nuages isolés, très-denses et très-volumineux; et de pareils nuages sont produits dans nos climats bien plus fréquemment pendant les saisons chaudes que pendant les saisons froides, au milieu de courans opposés, ou dans une atmosphère tranquille, par l'effet du refroidissement d'une grande masse d'air saturée d'humidité.

» Volta a dernièrement émis l'opinion qu'une fois qu'un orage s'était formé dans un lieu, l'air restait, pour ainsi dire, imprégné d'un levain électrique qui, le lendemain, à la même heure, et souvent pendant plusieurs jours de suite, donnait naissance à des orages

nouveaux. (*Ann. de Chim. et de Phys.* IV. 245.) Il me paraît bien difficile d'adopter cette opinion, si imposante d'ailleurs par le nom de son auteur; car l'air où l'orage s'est formé hier n'est plus aujourd'hui dans le même endroit : il est au moins à cinquante et peut-être à cent lieues de la scène orageuse, en admettant que l'air fasse seulement de deux à quatre lieues par heure, et il faut qu'il soit bien calme pour ne pas se mouvoir avec la première vitesse. Il me semble plus probable que les circonstances qui ont déterminé la formation de l'orage les jours précédens se sont renouvelées les jours suivans; et il est tout simple que les mêmes causes produisent les mêmes effets. Je viens maintenant à la formation des nuages orageux.

» Pendant que l'air est pur et transparent, je conçois, comme je l'ai dit, que l'électricité est disséminée dans toute sa masse, et qu'elle y est dans un état libre et sensible. S'il se forme un nuage dans cet air, chaque vésicule étant un bon conducteur, l'électricité se réunira, à leur surface, en couche infiniment mince, et elle pourra rester dans cet état si elle est faible et si les vésicules aqueuses sont peu rapprochées. Jusque-là le nuage n'est point orageux, son électricité est la même que celle de la masse d'air où il s'est formé; mais sa tension est réellement augmentée par sa moindre diffusion et sa concentration autour des vésicules. Le nuage doit paraître alors plus fortement électrisé que l'air transparent, et c'est aussi ce que l'on a observé fréquemment.

» Supposons que le nuage soit très-dense, c'est-à-dire, que les vésicules qui le forment soient beaucoup plus rapprochées; le nuage pourra être considéré comme un

conducteur continu, et, d'après les lois de l'électricité, le fluide électrique abandonnera l'intérieur du nuage pour se porter à sa surface, sur laquelle il se mettra en équilibre, quelle que soit sa forme, et y sera retenu par la pression de l'air environnant.

» Que l'on imagine maintenant un nuage de plusieurs lieues d'étendue, et l'on concevra sans peine comment une très-faible électricité, d'abord disséminée dans un aussi grand espace, manifeste une tension énorme quand elle est concentrée à la surface du nuage. Je ne sais si je m'abuse; mais il me semble que l'électricité répandue habituellement dans l'air, rassemblée comme je viens de le dire, suffit pour rendre les nuages très-fortement orageux.

» La fumée qui s'exhale de l'amadou que l'on enflamme sur la pointe dont sont armés les électromètres destinés à explorer l'électricité atmosphérique, peut offrir une image des nuages électrisés. Cette fumée agit comme un conducteur qui, en se ramifiant, va recueillir l'électricité de l'air, et la rend plus sensible en l'accumulant à sa surface; mais l'amadou enflammé agit aussi d'une autre manière en échauffant l'air et le rendant conducteur, et je vais essayer d'expliquer cette action.

» Quand on approche d'un électromètre chargé, un charbon incandescent ou la flamme d'une bougie, l'un et l'autre isolés, l'électromètre se décharge promptement : si le charbon n'est point échauffé, l'électromètre conserve son électricité. Ce n'est pas le courant d'air chaud entre l'électromètre et le charbon qui produit la décharge; car elle a lieu, quoiqu'il y ait entre eux une assez grande distance; et si d'ailleurs l'on place le charbon au-dessus de l'électromètre pour qu'il n'y ait plus

entre eux de courans, la perte de l'électricité ne s'en fera pas moins : il s'agit d'en assigner la cause.

» Pendant que le charbon est froid, l'électricité de l'électromètre décompose son fluide naturel ; elle attire l'électricité de nom différent à la face antérieure du charbon, et repousse l'autre à sa face postérieure ; mais comme l'air n'est pas conducteur, il résulte seulement de cette action une tendance du charbon à se porter vers l'électromètre, qui n'est suivie d'aucun effet à cause de la trop grande masse des deux corps.

» Supposons maintenant le charbon à l'état incandescent ; l'air qui l'enveloppe sera devenu conducteur : dès-lors l'électricité du charbon, développée par l'influence de celle de l'électromètre, ne restera plus sur sa surface ; elle se portera sur l'enveloppe d'air échauffé qui recouvre le charbon, parce que le charbon et l'air chaud ne seront pour l'électricité qu'un seul et même corps. L'air sur lequel repose la couche électrique, n'ayant pas de masse sensible, suivra, d'un côté, le mouvement de l'électricité attirée par l'électromètre, et de l'autre, le mouvement de celle qui est repoussée. C'est par ce jeu que la flamme et les corps échauffés dissipent l'électricité accumulée sur un conducteur.

» Quand un corps électrisé est plongé dans l'air, il agit tout à-l'entour sur l'électricité naturelle de chacune de ses molécules, et la décompose. Si l'air était tant soit peu conducteur, le corps électrisé serait bientôt déchargé en attirant vers lui l'électricité contraire à la sienne, et en repoussant celle qui est de même nature ; mais si l'air n'est point conducteur, la décomposition de l'électricité naturelle ne serait que virtuelle, et les deux fluides qui

la composent, étant dans l'impuissance de se séparer, ne pourraient obéir à l'attraction et à la répulsion exercées par le corps électrisé. Avant la formation d'un nuage, l'air, quoique humide, est encore un très-mauvais conducteur, et l'électricité doit rester adhérente à ses molécules comme dans la résine ; mais aussitôt que le nuage sera formé, sa propriété conductrice étant singulièrement accrue, l'électricité éprouvera beaucoup moins d'obstacle à son mouvement, et se portera à la surface du nuage (1).

» Quoique la masse d'air où doit se former le nuage soit entourée d'air également électrisé, l'électricité ne s'en portera pas moins à la surface du nuage ; car, si l'on conçoit une série de couches d'air sphériques et concentriques, électrisées, les couches extérieures n'exerceront aucune action sur les couches intérieures ; tandis que

---

(1) Pendant le séjour que j'ai fait à Naples en 1806, j'ai entendu raconter par des témoins oculaires les effets de l'éruption du Vésuve de 1794, qui détruisit la ville de *Torre del Greco*. Lorsque la lave se fut écoulée, il sortit par le cratère qui s'était formé au pied de la montagne une colonne de vapeur aqueuse qui s'étendit en nuages épais sur le Vésuve et les environs. Bientôt cette vapeur condensée tomba en torrens, au milieu des éclairs et d'un tonnerre continuel. Je suis bien porté à croire que les nuages formés dans cette circonstance, par un temps d'ailleurs très-serein, n'ont fait que rassembler l'électricité répandue dans l'air et la concentrer à leur surface. Pendant l'éruption du Vésuve de 1806 il sortit du haut de la montagne un fleuve de lave très-liquide ; mais on n'observa aucun signe électrique, parce qu'il ne sortit point de vapeur d'eau du volcan.

celles-ci, au contraire, repousseront les couches extérieures jusqu'à ce qu'elles trouvent un obstacle à leur mouvement. C'est ce qui résulte des belles recherches de M. Poisson sur l'électricité.

» D'après l'explication que j'ai donnée de la formation des nuages orageux, on conçoit comment l'électricité peut éclater en longues étincelles (1), et comment même de très-petits nuages agissent sur nos instrumens quand ils passent à leur zénith. L'influence des nuages, dépendant à-la-fois de la densité et de l'étendue de leur couche électrique, doit varier avec les formes bizarres qu'ils présentent successivement au zénith. C'est sans doute une des causes pour lesquelles l'électricité accusée par les électromètres à la surface de la terre pendant un orage, est si variable dans son intensité et sa nature, dans de très-courts espaces de temps.

Quelle que soit la cause de l'état électrique de l'air, qui est en général vitré, comme les deux électricités sont toujours produites simultanément, il faudrait conclure que la terre doit être autant électrisée résineusement que l'atmosphère vitreusement.

---

(1) La longueur des étincelles est vraiment étonnante; car elle a souvent plus d'une lieue.

La distance explosive est très-différente pour chaque gaz sous la même pression. Ainsi, dans l'air, elle est un peu plus grande que dans l'acide carbonique, et, dans l'hydrogène, beaucoup plus que dans l'air. J'ai fait quelques expériences sur cet objet, que je ferai connaître aussitôt que je les aurai répétées avec un instrument plus parfait que celui que j'ai d'abord employé.

Or, si l'électricité de l'air était toute réunie en une seule couche concentrique à la terre, les nuages orageux prouvent qu'elle aurait une très-grande intensité, à laquelle serait égale celle de la couche électrique formée à la surface de la terre. Quoique l'on ne puisse douter, surtout d'après les expériences de M. Erman, que la surface de la terre ne soit électrisée, il s'en faut de beaucoup qu'elle le soit au degré nécessaire pour contre-balancer l'électricité de l'atmosphère. On pourrait croire que l'électricité est répandue dans l'intérieur de la terre comme elle l'est dans l'air; ce qui expliquerait très-bien pourquoi disséminée dans un espace immense, sa tension est insensible; mais cette diffusion est contraire aux lois d'équilible de l'électricité : c'est une question encore bien obscure.

» Les vents qui accompagnent les orages sont évidemment le résultat du vide occasionné dans l'air par la condensation de la vapeur aqueuse. Une variation subite d'une ligne dans le baromètre, qui correspondrait à une chute d'eau de 13l,6 (pluie qui n'est pas rare pendant les orages), produirait un vent de vingt lieues à l'heure. S'il est vrai que le baromètre ait varié de 19 lignes pendant le dernier ouragan qui a ravagé l'Ile-de-France, il en serait résulté un vent de plus de quatre-vingt-cinq lieues par heure, si la variation eût été instantanée; mais quoiqu'elle ne l'ait pas été, le vent qu'elle a produit n'a pas moins dû être très-impétueux et capable de déraciner les arbres et de renverser les habitations.

» Je terminerai cette lettre en faisant remarquer que la distinction qu'on a établie entre les éclairs qui sont accompagnés de bruit, et ceux qu'on a désignés par le

nom d'*éclairs de chaleur*, qui n'en font entendre aucun, n'est réellement point fondée. Ces derniers ressemblent aux autres; mais la distance à laquelle gronde le tonnerre est alors trop grande pour que le bruit en parvienne jusqu'à nous, quoique la lumière arrive encore à nos yeux. C'est leur grande distance qui les fait voir à l'horizon; et on ne les observe que le soir parce que leur pâle lueur n'est plus effacée par la lumière du jour.

» En résumant la théorie qui a fait l'objet de cette lettre, je regarde comme très-vraisemblable que l'électricité répandue habituellement dans l'air suffit pour rendre les nuages orageux; que cette électricité se rassemble sur la surface extérieure des nuages aussitôt que, par leur formation, l'air est devenu conducteur; que là elle possède une tension énorme en vertu de laquelle elle vainc la pression de l'air, et s'élance en longues étincelles, soit d'un nuage à l'autre, soit sur la surface de la terre. Ce ne sont là que des conjectures : aussi le plus grand prix que je puisse leur attacher, est qu'elles excitent l'attention des physiciens sur un des phénomènes les plus intéressans de la météorologie. »

Sur *le Moiré métallique.*

Par M. Baget, Pharmacien de Paris.

Le moiré métallique est un art nouveau qui doit sa découverte au hasard : il résulte de l'action des acides, soit seuls, soit mélangés entre eux, à différens degrés, sur l'étain allié. La variété des dessins imitant la nacre

de perle et donnant à la lumière des reflets nuancés, la multiplicité des objets d'art que l'on exécute avec le moiré, ont attiré sur lui l'attention des amateurs des nouvelles découvertes.

Les premières recherches que j'ai faites pour obtenir ce moiré métallique n'ayant pas été infructueuses, et croyant qu'elles peuvent être de quelque utilité, je vais décrire les différens mélanges que j'ai employés pour l'obtenir; mais avant d'entrer dans ces détails, il est bon d'observer qu'il faut prendre de préférence du fer-blanc anglais, celui de France ne donnant pas d'aussi beaux résultats.

Premier mélange. On fait dissoudre quatre onces de muriate de soude dans huit onces d'eau, et on ajoute deux onces d'acide nitrique.

Deuxième mélange. Huit onces d'eau, deux onces d'acide nitrique et trois onces d'acide muriatique.

Troisième mélange. Huit onces d'eau, deux onces d'acide muriatique et une once d'acide sulfurique.

Procédé. On verse un de ces mélanges chaud sur une feuille de fer-blanc placée au-dessus d'une terrine de grès; on le verse à plusieurs reprises, jusqu'à ce que la feuille soit totalement nacrée; on la plonge dans de l'eau légèrement acidulée et on la lave.

Le moiré que j'ai obtenu par l'action de ces différens mélanges sur le fer-blanc imitait bien la nacre de perle et ses reflets; mais les dessins, quoique variés, n'étaient dus qu'au hasard, ou plutôt à la manière dont l'étain cristallise à la surface du fer, en sortant du bain d'étamage, et ne présentaient rien d'agréable à la vue. J'ai tenté, en faisant éprouver au fer-blanc, à différens en-

droits, un degré de chaleur capable de changer la forme de cristallisation de l'étain, de lui faire prendre des dessins répondant aux endroits échauffés : mes essais ont été assez heureux; j'ai obtenu des étoiles, des feuilles de fougère, etc.

J'ai également obtenu un dessin granite, bien semé, en versant à volonté l'un des mélanges ci-dessus, mais froid, sur une feuille de fer-blanc, chauffée presqu'au rouge.

On pourra, je pense, parvenir à faire tel dessin qu'on voudra. La réussite de ces différens moirés tient en grande partie à l'alliage de l'étain que l'on applique sur le fer. Dans plusieurs manufactures, on ajoute à l'étain du bismuth ou de l'antimoine; et ces deux métaux, dans des proportions graduées, ne contribuent pas peu à fournir de beaux résultats.

Le moiré métallique a la propriété de supporter le coup de maillet, mais non celui du marteau; aussi ne peut-on faire avec lui des objets en creux.

Toutes les nuances colorées que l'on voit sur le moiré ne sont dues qu'à des vernis colorés et translucides, lesquels, poncés, font apercevoir la beauté du moiré. (*Journ. de Phar.* IV. 25.)

Observation du Rédacteur. La découverte du moiré métallique est due à M. Alard, qui l'a faite il y a déjà plusieurs années. Elle a reçu un très-grand développement et fait époque dans l'histoire des arts. Quoiqu'elle soit aujourd'hui très-répandue, je n'avais pas cru devoir en parler parce que M. Alard me l'avait confiée sous le secret, ainsi qu'à MM. Monge et Thenard. Il m'est ce-

pendant permis de dire que les procédés que M. Alard nous avait communiqués exigeaient des appareils qui les rendaient très-dispendieux, et qu'il les a beaucoup simplifiés et perfectionnés d'après les conseils que je lui ai donnés.

C'est un fait très-intéressant pour la science de voir une feuille de fer-blanc sur laquelle on ne distingue aucune cristallisation manifester, après l'action des acides, une apparence cristalline très-prononcée et un chatoiment fort agréable. Ce n'est pas l'acide qui produit cette cristallisation; elle existait dans l'alliage dès le moment de sa formation, et l'acide ne fait que la découvrir. Ce résultat est analogue à ceux obtenus par M. Daniell (*Ann. de Chim. et de Phys.* II. 287.), savoir : que lorsqu'un corps cristallisé, mais dont la surface est informe, est soumis à l'action lente d'un dissolvant, toutes ses parties ne se dissolvent pas également; ses lames, régulièrement cristallisées, résistent plus long-temps que celles qui ont été brisées, et qui exposent leurs flancs à l'action du dissolvant.

Effets *de l'Eau chaude sur les Fleurs.*

Le fait suivant, autant que nous sachions, n'a pas encore été rendu public par la voie de l'impression. Il mérite cependant d'être recueilli comme une addition intéressante à ce qu'on a découvert jusqu'à présent en physiologie végétale, et comme procurant aux amateurs

de fleurs le plaisir de prolonger d'un jour leur trop courte existence.

La plupart des fleurs commencent à languir et à se faner après un séjour de vingt-quatre heures dans l'eau : quelques-unes peuvent être ranimées en les plongeant dans de l'eau fraîche ; mais toutes (excepté les plus fugaces, comme le pavot et peut-être une ou deux autres) peuvent entièrement recouvrer leur fraîcheur en employant l'eau chaude. Pour obtenir cet effet, mettez les fleurs dans de l'eau bouillante ; enfoncez-les assez pour immerger environ le tiers de leur tige. Pendant le temps que l'eau emploiera à se refroidir, les fleurs se redresseront et prendront leur fraîcheur : coupez alors l'extrémité des tiges, et plongez-les dans de l'eau fraîche. (*Ann. of Phil.* XI. 72.) (1).

(1) M. Aubert-du-Petit-Thouars a cité, dans ses *Essais sur la Végétation*, des faits publiés en 1808 qui ont trop d'analogie avec le précédent pour ne pas les rapporter ici. En parlant des boutures, il s'exprime de la manière suivante, p. 274 : « D'autres ont assuré qu'en brûlant l'extrémité de » la branche qu'on mettait en terre, on assurait la réussite » des boutures. C'est le voyageur Kolbe qui a le premier » indiqué ce moyen. Il dit qu'au cap de Bonne-Espérance » les nouveaux colons avaient essayé en vain de propager la » vigne, lorsqu'un Allemand s'avisa de passer au feu l'ex- » trémité des sarmens qu'il plantait à cet effet, et que pas » un alors ne manqua.

» Jusqu'à présent les essais que j'ai faits n'ont pas réussi. » On pratique souvent quelque chose de semblable ; c'est » lorsqu'on met des fleurs dans l'eau pour les conserver :

OBSERVATIONS *faites à Freyberg, sur la Déclinaison de l'aiguille aimantée.*

PAR M. OEHLSCHLAEGEL,

Géomètre-Souterrain aux Mines du district de Freyberg.

LES observations suivantes nous ont été communiquées par M. Lelièvre, à qui M. Schreiber les avait remises. Comme nous n'avons aucun renseignement ni sur les instrumens dont M. OEhlschlaegel s'est servi, ni sur les époques de la journée où les observations ont été faites, nous ne chercherons, pour le moment, à tirer aucune conclusion de la différence d'*environ un demi-degré* qu'on remarque entre la déclinaison de 1816 et celle de 1817.

Ce géomètre n'a commencé à observer cette déclinaison que le 3 mai 1773; elle était alors de. . 15°. 28'. 8".

Le 8 janvier 1813, elle avait atteint son *maximum*, qui était de . . . . 19°. 22'. 30".

Dès cette époque l'aiguille a commencé à rétrograder avec différentes variations. Elle n'indiquait, le 26 janvier 1815, que 18°. 35'.

Le 21 mars suivant . . . . 18°. 26'.

Le 25 janvier 1816, *idem*. . . . . 18°. 26'.

Le 6 avril même année. . . . . 18°. 30'.

Le 2 octobre *idem* . . . . 18°. 19'.

Le 19 février 1817, elle montrait. . . . 17°. 58'.

» on passe leur queue à la flamme d'une bougie, et j'ai en-
» tendu assurer que, par ce moyen, on revivifiait, pour
» ainsi dire, des fleurs déjà flétries. »

De l'influence *de la déclinaison du Soleil sur le commencement des pluies équatoriales.*

Par A. de Humboldt (1).

De toutes les sciences qu'embrassent la philosophie naturelle et l'histoire physique du globe, la météorologie est celle qui a fait les progrès les moins rapides. La cause de cette lenteur n'est pas autant due à l'imperfection des instrumens et au petit nombre des observateurs exacts, qu'à l'insuffisance des méthodes d'observations dont on s'est servi, et à la difficulté extrême de dégager les phénomènes variables et passagers de l'influence des causes perturbatrices. On ne peut guère se flatter de pouvoir résoudre à-la-fois une multitude de problêmes si compliqués. Toutes les variations qu'éprouve l'Océan aérien dépendant de circonstances intimement liées entre elles, nous devons nous borner à déterminer ce que l'on peut appeler les *mouvemens moyens* de l'atmosphère, à reconnaître, par la comparaison d'un grand nombre d'observations partielles, un certain type dans la succession des phénomènes, et à étudier de préférence les effets de l'action solaire comme de la cause qui agit le plus puissamment sur toutes les variations de densité, de température, d'humidité et de tension électrique. C'est en suivant cette marche que je me suis d'abord occupé à étudier la distribution de la chaleur sur le globe, et à

(1) Extrait d'un Mémoire lu à l'Institut, dans la séance du 29 juin 1818.

assujettir l'influence des causes perturbatrices locales à des lois empiriques. L'étude de ces lois que j'ai présentées à l'Académie des Sciences, dans mon Mémoire sur les *Lignes isothermes*, a fait reconnaître des rapports par lesquels un grand nombre de phénomènes se trouvent liés; c'est une liaison semblable entre des phénomènes qui paraissent constamment associés lors de l'entrée de la saison des pluies équatoriales, que je vais exposer aujourd'hui.

La *Météorologie de la zone torride* peut répandre d'autant plus de lumières sur la *Météorologie de la zone tempérée*, que l'absence d'un grand nombre de causes perturbatrices fait reconnaître plus facilement entre les tropiques les véritables lois auxquelles la nature est assujettie. En effet, celles dont dépendent les petites variations horaires du baromètre ont été reconnues d'abord sous la zone torride. Elles auraient encore long-temps échappé à l'attention des physiciens si les oscillations périodiques de l'atmosphère n'avaient été étudiées que dans la zone des climats variables. On n'aperçoit, sous ces climats, que, dans les moyennes d'un grand nombre d'observations, ce qui se présente sous l'équateur, heure par heure, dégagé de l'influence des causes perturbatrices. Si, comme je le crois, on parvient un jour à évaluer avec précision l'action de la lune sur notre Océan aérien, ce seront encore les moyennes d'observations faites entre les tropiques, auxquelles on devra cette découverte importante.

De même, qu'au-delà du cercle polaire il y a deux saisons du jour et de la nuit, l'année, dans la région équinoxiale, se divise aussi en deux grandes

saisons, celles de sécheresse et d'humidité, ou, comme disent les Indiens de l'Orénoque, dans leur langue expressive, *de soleils et de nuages.* Il est d'un vif intérêt pour le physicien de suivre la marche des phénomènes météorologiques pendant le passage d'une saison à l'autre. Comme dans la partie de la zone tempérée où il ne tombe presque pas de neige, et dont la température moyenne s'élève à 19° ou 20°, les hivers sont une véritable saison des pluies, on pourrait croire que les pluies des tropiques doivent coïncider avec l'hiver de la zone tempérée homonyme. On sait depuis long-temps qu'il n'en est pas ainsi, mais que les époques des pluies, si régulières dans la zone torride, sont liées au cours du soleil et qu'elles tombent en plus grande abondance au nord de l'équateur lorsque cet astre parvient au tropique du Cancer.

Ce commencement des pluies coïncide avec plusieurs autres phénomènes, par exemple, avec la cessation des brises et avec une distribution inégale de la tension électrique dans l'air. A mesure que le soleil, dans la zone équatoriale boréale, s'approche du zénith, les brises nord-est sont remplacées par des calmes ou des vents sud-est. La transparence de l'air diminue déjà sans que sa température décroisse sensiblement; les étoiles commencent à scintiller à 20° de hauteur au-dessus de l'horizon, parce que, d'après l'explication ingénieuse de M. Arago, fondée sur la loi des interférences, les diverses couches de l'atmosphère, parallèles entre elles, n'ont plus la même densité et une réfringence égale. Dès-lors les vapeurs s'agroupent en nuages; on ne trouve plus, à chaque heure du jour, des signes d'électricité vitrée dans les

basses régions de l'atmosphère. Le tonnerre se fait entendre ; des ondées de pluie tombent pendant le jour, et les calmes ne sont interrompus que par des vents impétueux qui soufflent du pôle hétéronyme, c'est-à-dire, par des vents sud-est dans la zone équatoriale boréale, et du nord-est dans la zone équatoriale australe.

Ces variations ne sont pas propres à l'intérieur de l'Amérique ; on les remarque aussi dans l'Afrique centrale, où elles n'ont pas échappé à la sagacité de Mungo-Park. Ce voyageur judicieux rapporte que les pluies cessent, au nord de l'équateur, lorsque le vent sud-est passe au nord-est. Comme les vents alisés sont dus à la chaleur solaire combinée avec le mouvement de rotation de la terre, c'est dans l'inégale distribution de la chaleur qui varie selon le changement de déclinaison du soleil que j'ai cherché la solution du problême qu'offre le commencement de la saison des pluies dans chaque hémisphère. Mais avant de me livrer à cette discussion, je vais d'abord exposer la marche des phénomènes atmosphériques qui se trouvent constamment liés entr'eux.

Rien n'égale, au nord de l'équateur, la pureté de l'atmosphère depuis le mois de décembre jusqu'au mois de février. Le ciel est alors sans nuages ; et s'il en paraît un, c'est un phénomène qui occupe toute l'attention des habitans. La brise de l'est et de l'est-nord-est souffle avec violence. Comme elle amène toujours de l'air d'une même température, on ne saurait admettre que les vapeurs deviennent visibles par refroidissement. Vers la fin de février et le commencement de mars, le bleu du ciel est moins intense, l'hygromètre indique peu à peu une plus grande humidité, les étoiles sont

quelquefois voilées par une légère couche de vapeurs, leur lumière n'est plus tranquille et planétaire : on les voit scintiller de temps en temps à 20° de hauteur au-dessus de l'horizon. A cette époque, la brise devient moins forte, moins régulière ; elle est plus souvent interrompue par des *calmes plats*. Des nuages s'accumulent vers le sud-sud-est. Ils paraissent comme des montagnes lointaines, à contours fortement prononcés. De temps en temps on les voit se détacher de l'horizon, et parcourir la voûte céleste avec une rapidité qui ne répond guère à la faiblesse du vent qui règne dans les couches inférieures de l'air. A la fin de mars, la région australe de l'atmosphère est éclairée par de petites explosions électriques. Ce sont comme des lueurs phosphorescentes circonscrites dans un seul groupe de vapeurs. Dès-lors la brise passe de temps en temps, et pour plusieurs heures, à l'ouest et au sud-ouest. C'est là un signe certain de l'approche de la saison des pluies, qui commence à l'Orénoque vers la fin d'avril. Le ciel commence à se voiler, l'azur disparaît, et une teinte grise se répand uniformément. En même temps la chaleur de l'atmosphère s'accroît progressivement ; bientôt ce ne sont plus des nuages, ce sont des vapeurs condensées qui couvrent la voûte céleste. Les singes hurleurs commencent à faire entendre leurs cris plaintifs long-temps avant le lever du soleil. L'électricité atmosphérique qui pendant le temps des grandes sécheresses (de décembre en mars) produisait constamment, le jour, un écartement de 1,7 à 2 lignes dans l'électromètre de Volta, devient dès le mois de mars extrêmement variable. Pendant des journées entières je l'ai trouvée nulle ; puis,

pour quelques heures, les boules de sureau de l'électromètre divergent de 3 à 4 lignes. L'atmosphère, qui généralement, dans la zone torride comme dans la zone tempérée, est dans un état d'électricité vitrée, passe alternativement pendant huit à dix minutes à l'état d'électricité résineuse. La saison des pluies est la saison des orages, et cependant un grand nombre d'expériences faites pendant trois ans m'ont prouvé que c'est justement dans cette saison des orages que l'on trouve une plus petite tension électrique dans les basses régions de l'atmosphère. Les orages sont-ils l'effet de cette charge inégale des différentes couches superposées de l'air? Qu'est-ce qui empêche l'électricité de descendre vers la terre dans un air devenu plus humide depuis le mois de mars? A cette époque, l'électricité, au lieu d'être répandue dans toute l'atmosphère, paraît accumulée sur l'enveloppe extérieure, à la surface des nuages. C'est, selon M. Gay-Lussac, la formation du nuage même qui porte le fluide vers la surface. L'orage se forme dans les plaines après le passage du soleil par le méridien, par conséquent peu de temps après le moment du *maximum* de la chaleur diurne sous les tropiques. Il est extrêmement rare, dans l'intérieur des terres, d'entendre gronder le tonnerre pendant la nuit, ou dans la matinée, avant midi. Les orages de nuit ne sont propres qu'à de certaines vallées de rivières qui ont un climat particulier.

Or, quelles sont les causes de cette rupture d'équilibre dans la tension électrique de l'air, de cette condensation continuelle des vapeurs en eau, de cette interruption des brises, de ce commencement et de cette durée de la saison des pluies? Je doute que l'électricité influe sur la

formation des vapeurs vésiculaires. C'est plutôt la formation de ces vapeurs qui augmente et qui modifie la tension électrique. Au nord et au sud de l'équateur, les orages ou les grandes explosions ont lieu simultanément dans la zone tempérée et dans la zone équinoxiale homonyme. Y a-t-il une action qui se propage, à travers le grand Océan aérien, de la première de ces zones vers les tropiques? Comment concevoir que, sous cette zone, où le soleil s'élève constamment à une si grande hauteur au-dessus de l'horizon, le passage de cet astre par le zénith puisse avoir une influence marquante sur les variations météorologiques?

Je pense que la cause qui détermine le commencement des pluies sous les tropiques n'est pas locale, et qu'une connaissance plus intime des courans d'air supérieurs éclaircirait des problèmes si compliqués en apparence. Nous ne pouvons observer que ce qui se passe dans les couches inférieures de l'atmosphère. Les Andes sont à peine habitées au-delà de 2000 toises de hauteur, et, à cette hauteur, la proximité du sol et les masses de montagnes, qui sont les *hauts-fonds* de l'Océan aérien, influent sensiblement sur l'air ambiant. Ce que l'on observe sur le plateau d'Antisana n'est pas ce que l'on éprouverait à la même hauteur dans un aérostat, si l'on planait au-dessus des *Llanos* ou de la surface des mers.

Nous venons de voir que la saison des pluies et des orages, dans la zone équinoxiale boréale, coïncide avec les passages du soleil par le zénith (1) du lieu, avec la ces-

(1) Ces passages ont lieu, par les 5° et 10° de latitude nord, entre le 5 et le 16 avril, et entre le 27 août et le 8 septembre.

sation des brises ou vents du nord-est, avec la fréquence des calmes et des *Bendavales*, qui sont des vents du sud-est et sud-ouest orageux, et accompagnés d'un ciel couvert (1). En réfléchissant sur les lois générales de l'équilibre des masses gazeuses qui constituent notre atmosphère, on trouve, dans l'interruption du courant qui souffle d'un pôle homonyme, dans celle du renouvellement de l'air sous la zone équatoriale, et dans l'action continue d'un courant ascendant humide, une cause très-simple de la coïncidence de ces phénomènes.

Pendant qu'au nord de l'équateur la brise du nord-est souffle dans toute sa force, elle empêche l'atmosphère, qui recouvre les terres et les mers équinoxiales, de se saturer de vapeurs. L'air chaud et humide de la zone torride s'élève et se déverse vers les pôles, tandis que des courans polaires inférieurs, amenant des couches plus sèches et plus froides, remplacent à chaque instant les colonnes d'air ascendantes. Par ce jeu constant de deux courans opposés, l'humidité, loin de s'accumuler entre les tropiques, est emportée vers les régions froides et tempérées. Pendant ce temps des brises, qui est celui où le soleil est dans les signes méridionaux, le ciel reste constamment serein dans la zone équinoxiale boréale. Les vapeurs vésiculaires ne se condensent pas, parce que l'air, sans cesse renouvelé, est loin du point de sa saturation. A mesure que le soleil, en entrant dans les signes septentrionaux, s'élève vers le zénith, la brise

---

(1) Comparez mon *Essai politique sur la Nouvelle-Espagne*. T. II, p. 382, 712 et 767.

du nord-est *mollit* et cesse peu à peu entièrement. La différence de température entre les tropiques et la zone tempérée boréale est alors la plus petite possible : c'est l'été du pôle boréal ; et si la température moyenne des hivers, sous les 42° et 52° de latitude nord, est de 20° à 26° du thermomètre centigrade moindre que la chaleur équatoriale, cette différence, en été, est à peine de 4° à 6°. Le soleil se trouvant au zénith, et la brise venant de cesser, les causes qui produisent l'humidité, et qui l'accumulent dans la zone équinoxiale boréale, deviennent à-la-fois plus actives. La colonne d'air qui repose sur cette zone se sature de vapeurs parce qu'elle n'est plus renouvelée par le courant polaire. Les nuages se forment dans cet air saturé et refroidi par les effets combinés du rayonnement et de la dilatation de l'air ascendant. Cet air augmente de capacité pour la chaleur à mesure qu'il se raréfie. Avec la formation et l'agroupement des vapeurs vésiculaires, l'électricité s'accumule dans les hautes régions de l'atmosphère. La précipitation des vapeurs continue pendant le jour ; mais elle cesse généralement pendant la nuit, et souvent même déjà au coucher du soleil. Les ondées sont régulièrement les plus fortes, et accompagnées d'explosions électriques, peu de temps après le *maximum* de la chaleur diurne. Cet état de choses reste le même jusqu'à ce que le soleil entre dans les signes méridionaux. C'est le commencement du froid dans la zone tempérée boréale. Dès-lors le courant du pôle nord se rétablit, parce que la différence entre les chaleurs des régions équinoxiale et tempérée augmente de jour en jour. La brise du nord-est souffle avec force, l'air des tropiques se renouvelle et ne peut plus atteindre

le degré de saturation. Les pluies cessent par conséquent, la vapeur vésiculaire se dissout, le ciel reprend toute sa pureté et sa teinte azurée. Les explosions électriques ne se font plus entendre, sans doute parce que l'électricité ne trouve plus, dans les hautes régions de l'air, de ces groupes de vapeurs vésiculaires, j'aurais presque dit de ces enveloppes de nuages sur lesquelles le fluide puisse s'accumuler.

Nous venons de considérer la cessation des brises comme la cause principale (1) des pluies équatoriales. Ces pluies ne durent, au nord et au sud de la ligne, qu'aussi long-temps que le soleil a une déclinaison homonyme avec l'hémisphère. Il est nécessaire de faire observer ici qu'au manque de brise ne succède pas toujours un calme plat; mais que le calme est souvent interrompu, surtout le long des côtes occidentales de l'Amérique, par des *Bendavales*, ou vents du sud-ouest et du sud-est. Ce phénomène paraît démontrer que les colonnes d'air humide qui s'élèvent dans la zone équatoriale se déversent quelquefois vers le pôle austral. En effet, les pays situés sous la zone torride, au nord et au sud de l'équateur, offrent pendant leur été, tandis que le soleil passe par leur zénith, le *maximum* de différence de température avec l'air du pôle hétéronyme. La zone tempérée australe a son hiver, pendant qu'il pleut au nord de l'équateur, et qu'il y règne une chaleur moyenne de 5°

(1) J'ai exclu à dessein, dans cette discussion, les hypothèses hasardées sur les combinaisons de l'oxigène avec l'hydrogène, et sur la propriété attribuée à l'électricité de former et de précipiter des vapeurs vésiculaires.

à 6° plus grande que dans les temps de sécheresse, où le soleil est le plus bas (1). La continuation des pluies, pendant que les *Bendavales* soufflent, prouve que les courans du pôle le plus éloigné n'agissent pas, dans la zone équinoxiale boréale, comme les courans du pôle le plus voisin, à cause de la plus grande humidité du courant polaire austral. L'air qu'amène ce courant vient d'un hémisphère presque entièrement aquatique. Il traverse, pour parvenir au parallèle de 8° de latitude nord, toute la zone équatoriale australe; il est par conséquent moins sec, moins froid, moins propre à agir comme *contre-courant*, à renouveler l'air équinoxial, et à empêcher sa saturation, que le courant polaire boréal ou la brise du nord-est (2). On peut croire que les *Bendavales* sont des vents impétueux sur quelques côtes, par exemple, sur celles de Guatimala, parce qu'ils ne sont pas l'effet d'un déversement régulier et progressif de l'air des tropiques vers le pôle austral, mais qu'ils alternent avec des calmes, qu'ils sont accompagnés d'explosions électriques, et qu'en véritables rafales, ils in-

(1) Depuis l'équateur jusqu'à 10° de latitude boréale, les températures moyennes des mois d'été et d'hiver diffèrent à peine de 2° à 3°; mais sur les limites de la zone torride, vers le tropique du Cancer, les différences s'élèvent à 8° et 9°.

(2) Dans les deux zones tempérées, l'air perd sa transparence chaque fois que le vent souffle du pôle hétéronyme, c'est-à-dire, du pôle qui n'a pas la même dénomination que l'hémisphère dans lequel le vent se fait sentir.

diquent un refoulement, une rupture brusque et instantanée de l'équilibre dans l'Océan aérien.

Je viens de discuter un des phénomènes les plus importans de la météorologie des tropiques, en le considérant dans sa plus grande généralité. De même que les limites des vents alisés ne forment pas des cercles parallèles à l'équateur (1), l'action des courans polaires se fait aussi diversement sentir sous des méridiens différens. Dans le même hémisphère, les chaînes de montagnes et le littoral ont souvent des saisons opposées. Je pourrais citer plusieurs exemples de ces anomalies; mais, pour découvrir les lois de la nature, il faut, avant d'examiner les causes des perturbations locales, connaître l'*état moyen* de l'atmosphère et le type constant de ses variations.

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 25 *mai* 1818.

On lit une lettre de M. Schumacher; elle est accompagnée d'une carte où sont marqués les lieux dans lesquels seront faites les expériences des fusées destinées à donner les longitudes de divers points du Danemarck.

---

(1) *Voyez* la *Relat. histor.* de mon voyage, tome I, p. 199 et 237, et mon *Memoire sur les Lignes isothermes*, p. 114.

M. Percy fait son rapport sur un *Mémoire* de M. Richerand *relatif à une opération chirurgicale.*

M. Michelleau, officier de santé à Nemours, portait à la région du cœur une tumeur cancéreuse qui avait été, à plusieurs reprises, excisée, cautérisée, etc.; mais toujours elle s'était reproduite; car la base, cachée sous les côtes, n'avait pu être accessible ni au fer ni au feu. Les portions des deux côtes qui recouvraient le fongus intérieur, et par les interstices desquelles des végétations sans cesse renaissantes faisaient irruption, *furent sciées et enlevées*, après avoir été isolées des parties musculaires et autres auxquelles elles adhéraient. Il n'y eut presque pas d'effusion de sang, au grand étonnement de l'opérateur; de sorte qu'on put voir aussitôt et sans nul obstacle le siége réel et l'étendue du mal, dont M. Richerand fit autant qu'il put l'éradication en retranchant de la plèvre une surface de huit pouces carrés qui était épaissie et évidemment carcinomateuse.

Lorsqu'on découvrait la plaie, soit pour la panser, soit pour faciliter l'évacuation plus ou moins abondante de la sérosité fournie par la plèvre irritée, on avait le temps d'examiner le cœur, qui venait incessamment se présenter à l'ouverture; s'assurer, par l'attouchement, de son peu de sensibilité, et observer la transparence presque vitrée de son enveloppe.

La plaie se rétrécit à la faveur de l'adhérence du poumon avec le péricarde, ainsi que des granulations charnues qui s'élevèrent de l'un et de l'autre, et le vingt-septième jour après l'opération, le malade put monter en voiture et satisfaire l'envie qui le tourmentait d'aller

voir, à la Faculté de Médecine, les deux bouts de ses côtes que M. Richerand y avait déposés.

L'opération dont nous venons de parler, établissant la possibilité de l'excision d'une certaine étendue des côtes et de la pénétration dans la poitrine par une ouverture plus ou moins grande, M. Richerand a conçu la possibilité de guérir une maladie, l'hydropisie du péricarde, pour laquelle on n'a pas jusqu'ici trouvé de remède certain. Il s'agirait pour cela de mettre à découvert la tumeur aqueuse; d'ouvrir le péricarde pour donner issue au liquide épanché, et de faire dans sa cavité des injections capables d'y exciter la légère inflammation dite *adhésive*. L'expérience seule peut justifier la théorie hardie de cette opération. Les commissaires en disent autant de l'excision et de la ligature d'une partie de la substance pulmonaire, qui peut-être servira un jour à guérir certaines lésions du poumon.

Séance du lundi 1er juin.

On fait un rapport sur une *Notice* adressée par M. Vallot, de Dijon, *relative à quelques jeux de situation.*

L'auteur desirerait qu'on essayât de résoudre ces problêmes par la théorie; mais comme il ne présente aucune méthode pour y parvenir et se contente d'offrir des solutions pratiques relatives à divers cas particuliers, il en résulte que son Mémoire doit être uniquement considéré comme un renseignement utile à ceux qui se proposeraient de traiter de semblables questions.

M. Edwards lit un second *Mémoire sur les Asphyxies*. (Nous le ferons connaître prochainement.)

M. de Humboldt présente une carte qui a pour titre : *Esquisse géologique des environs de Guanaxuato, fondée sur des mesures géodésiques et barométriques*. Il lit un Mémoire explicatif.

M. Julien-le-Roi lit un *Mémoire sur le nouveau système de voitures*, dont il a déjà parlé dans une des séances précédentes. La roue de cette voiture est mise sous les yeux de l'Académie. Des commissaires sont chargés de l'examiner.

M. Manoury-d'Hectot lit un *Mémoire sur ses nouvelles machines à feu*. Il est de même renvoyé à l'examen d'une commission.

Séance du lundi 8 *juin.*

On lit une lettre de M. Carlini. Cet astronome annonce que M. Burg a comparé les observations faites à Greenwich depuis 1765 jusqu'en 1785, aux résultats fournis par ses nouvelles Tables de la lune, et que l'accord a surpassé ses espérances.

M. Kramp de Strasbourg envoie un *Mémoire* intitulé : *Application de l'analyse à la circulation du sang.*

Au nom d'une commission, M. Thenard fait un rapport sur l'enduit proposé par MM. Devarenne et Levasseur, pour rendre les toiles incombustibles.

Les commissaires ont vu que la toile de MM. Devarenne et Levasseur n'est autre chose que de la toile ordinaire couverte d'un enduit terreux. Placée au milieu de

la flamme d'une bougie ou de charbons incandescens, elle ne s'altérait qu'au bout de quelque temps, répandait alors une fumée épaisse, donnait lieu à quelques jets de gaz susceptibles de prendre feu, et se transformait en une matière très-friable et sensiblement incombustible. Cette toile présente donc des avantages réels contre les incendies, en ce qu'elle résiste à la première action du feu, qu'elle ne la propage point, et qu'elle ne se détruit qu'autant que cette action est de quelque durée et assez intense; mais l'expérience seule pourra apprendre s'il n'y aura pas quelques inconvéniens dans son emploi. Les commissaires ont terminé en faisant remarquer que l'idée d'employer des substances terreuses pour garantir les corps de l'action du feu n'est pas nouvelle, et que depuis long-temps, par exemple, on a fait des cartons qui passent pour être incombustibles, en mêlant à la pâte dont ils sont formés une certaine quantité de matières terreuses.

Au nom d'une commission, M. Thouin fait un rapport sur l'instrument que M. Cossin-Thiessant avait présenté à l'Académie, et qui est destiné à pratiquer la section annulaire sur l'écorce des végétaux.

D'après l'avis des commissaires, le rabot de M. Cossin ne mérite pas la préférence sur plusieurs instrumens du même genre, qui sont déjà connus. Dès-lors il serait inutile d'en donner ici la description; mais nous extrairons du rapport la partie où M. Thouin a rappelé succinctement les travaux des agriculteurs au sujet d'une opération jusqu'ici si négligée, malgré les grands avantages qu'elle doit procurer dans nos climats septentrionaux.

« La plaie ou section annulaire s'établit au moyen de
» l'enlèvement d'un anneau d'écorce, depuis l'épiderme
» jusqu'à l'aubier, et cela dans les végétaux ligneux
» presque exclusivement.

» Les propriétés de cette opération sont, 1° d'assurer
» la fécondation des germes des fleurs; 2° de hâter la
» maturité des fruits de *huit* à *quinze* jours, rarement
» plus; 3° d'augmenter le volume des fruits, *d'un cin-*
» *quième, d'un tiers,* et quelquefois même davantage
» suivant les espèces d'arbres; 4° de forcer les branches
» trop vigoureuses, et même des individus éloignés de
» leur âge de fructification de plusieurs années, à porter
» des fruits; 5° enfin, de donner aux fruits un suc plus
» élaboré, plus abondant, plus parfumé et plus suave
» que ceux qu'on retrouve dans les mêmes variétés,
» lorsqu'elles sont produites naturellement.

» La section annulaire a été connue et pratiquée dès la
» plus haute antiquité. Virgile en parle dans ses ouvrages
» comme d'un procédé employé, de son temps, sur l'oli-
» vier et sur la vigne. Depuis cette époque, Olivier de
» Serres en a recommandé l'usage, dans son *Traité d'A-*
» *griculture,* pour les mêmes végétaux. Parent, Buffon
» et Duhamel ont rendu compte, dans les *Mémoires de*
» *l'Académie des Sciences,* des résultats de cette pra-
» tique dont ils ont constaté les avantages; mais l'auteur
» qui a le plus contribué à répandre ce procédé parmi
» les cultivateurs est Lancry. Il montra à la Société
» royale d'Agriculture de Paris, en 1790, un grand
» nombre de branches d'arbres à fruits à noyaux, dont
» les unes, qui avaient été opérées, présentaient des
» fruits mûrs d'un volume considérable; tandis que les

» autres, venues naturellement, n'offraient que des fruits
» verts et très-petits. Cet auteur a décrit son procédé
» avec beaucoup d'étendue dans l'article *Bourrelet* de
» l'*Encyclopédie* par ordre de matières, imprimé en
» 1791. Depuis ce temps, MM. Lambry, Vilmorin et
» Morel de Vindé ont répété beaucoup plus en grand les
» mêmes expériences sur la vigne.

» L'un de nous a pratiqué cette opération avec le
» même succès sur un arbre de la famille des érables ap-
» partenant au genre pavia, et en a consigné les résultats
» dans les *Annales du Muséum d'Histoire naturelle*,
» en 1805. Ainsi donc, cette pratique connue de l'an-
» tiquité, retrouvée dans le moyen âge, et dont les effets
» ont été constatés par les modernes sur un grand nom-
» bre d'arbres différens, ne laisse plus aucun doute sur
» les avantages de son emploi. C'est particulièrement
» sur la vigne, qui est l'une des bases de la richesse
» territoriale de la France, qu'il devient important de
» la pratiquer en grand.

» Mais jusqu'à présent la section annulaire, ne s'opé-
» rant qu'au moyen de la serpette, était d'une exécution
» longue, difficile et souvent dangereuse à l'existence
» des branches et des rameaux sur lesquels on la prati-
» quait. Aussi elle n'était guère employée que dans les
» jardins et sur un petit nombre d'arbres fruitiers, par-
» ticulièrement sur ceux à fruits à noyaux. Cependant
» M. Lambry, pépiniériste à Mandre, et M. Morel de
» Vindé, dans sa terre et à sa campagne de la Celle-
» Saint-Cloud, ont pratiqué la section annulaire sur
» d'assez grandes étendues de vigne et en rase cam-
» pagne. Les produits de l'opération ont été si consi-

» dérables qu'ils ont couvert, et beaucoup au-delà, la » dépense de main-d'œuvre ; mais il n'en est pas moins » vrai que le temps pendant lequel doit se faire cette » opération est trop court pour qu'on puisse l'effectuer » sur de grandes pièces dans les pays de vignobles. Ce » temps est limité entre l'époque à laquelle les grappes » de raisin sont formées et celle où les premières fleurs » de celles-ci commencent à s'épanouir ; ce qui donne » quelquefois moins de quinze jours de temps, dans les » années favorables à la croissance et au développement » de la vigne.

» D'après cette considération, la Société centrale » d'Agriculture de Paris crut devoir faire un appel aux » mécaniciens pour les engager à imaginer un outil au » moyen duquel on pût faire d'un seul coup et très- » rapidement la plaie annulaire sur les arbres fruitiers, » et surtout sur la vigne. » Telle est l'origine de la plupart des instrumens plus ou moins parfaits dont les agriculteurs se servent, et de celui de M. Cossin, auquel, comme nous l'avons déjà dit, les commissaires n'ont reconnu aucun avantage particulier.

M. Fourier lit un *Mémoire sur les Mouvemens des surfaces élastiques.* (Nous espérons pouvoir le faire connaître prochainement.)

Séance du lundi 15 *juin.*

Divers Mémoires manuscrits, *sur le Fluide électrique, sur un nouveau Baromètre, la Trigonométrie, etc.*, sont adressés à l'Académie. Nous attendrons les rapports des commissions pour en entretenir nos lecteurs.

M. Biot lit une Note sur un perfectionnement de l'instrument auquel il a donné le nom de *colorigrade*, et dont nous avons déjà parlé tome IV, page 91.

Ce perfectionnement consiste dans la substitution que l'auteur a faite d'une lame unique de mica, disposée d'une certaine manière, aux deux lames croisées et d'égales épaisseurs à l'aide desquelles il se procurait primitivement toutes les nuances des anneaux colorés.

M. Girard lit un *Mémoire sur les Inondations souterraines du nord de Paris.*

Il résulte de ce Mémoire que des crues d'eaux souterraines analogues à celle qui s'est manifestée depuis quelques mois dans les quartiers septentrionaux de Paris, et y a produit l'inondation d'un assez grand nombre de caves, avaient déjà été observées antérieurement, comme, par exemple, en 1740 et 1788 ; qu'elles dépendent à-la-fois de l'abondance des pluies, de leur continuité et de quelques travaux mal combinés exécutés près de Belleville, de Montmartre et du Roule, et qu'il n'y a aucune raison d'attribuer l'inondation actuelle à la filtration des eaux du bassin de la Villette.

M. Cauchy, chargé d'examiner une nouvelle lettre de M. de Ranson sur les théorêmes d'Archimède, fait un rapport d'où il résulte que cette lettre ne mérite pas l'attention de l'Académie.

MM. Chevillot et Edwards lisent un nouveau *Mémoire sur le Caméléon minéral.* (Nous l'insérerons dans un des plus prochains Cahiers.)

Un anonyme, fondateur du prix de statistique, propose de consacrer une somme pareille à la fondation d'un

prix pour l'ouvrage le plus utile sur la physiologie expérimentale. Ce projet est renvoyé à l'examen d'une commission.

Séance du lundi 22 juin.

L'Académie arrête, d'après l'avis de la commission nommée dans la dernière séance, qu'il sera écrit au Ministre de l'Intérieur pour demander à Sa Majesté l'autorisation nécessaire au sujet du prix de physiologie que desire fonder un anonyme.

M. Huzard rend un compte détaillé de la vente des laines et des bêtes du troupeau de Rambouillet.

1°. Les laines ont été adjugées à 5 fr. 97 c. le kil., y compris les frais de vente, montans à 7 fr. 50 c. pour 100, à MM. Bacot, père et fils, fabricans à Sedan.

L'agnelin a été adjugé, aux mêmes conditions, à M. Magnon jeune, négociant à Paris, rue Michel-le-Comte, à 4 fr. 57 c. le kilog.

2°. Il a été vendu 81 brebis; la mise à prix a été de 150 fr. La moins chère a été adjugée à 165 fr. 75 c.; la plus chère à 542 fr. 50 c., y compris les mêmes droits de vente.

6 seulement ont été adjugées au-dessous de	200 fr.
28 ont été adjugées au-dessus de	200
31	300
13	400
3	500
Le prix moyen des brebis est de	318.

3°. Il a été vendu 80 béliers; la mise à prix a été

de 500 fr. Le moins cher a été adjugé à 703 fr., le plus cher à 2370 fr., toujours y compris les frais de vente.

7 seulement ont été adjugés au-dessus de	700 fr.
7 ont été adjugés au-dessus de	800
7.	900
10.	1000
6	1100
10.	1200
9	1300
4.	1400
7	1500
5.	1600
3	1700
1	1900
4	2000.

En total, 59, sur 80, ont été adjugés au-dessus de 1000 fr.

Le prix moyen des béliers est de 1262 fr.

Tous ces animaux ont été vendus couverts de leurs toisons.

4°. Il a été vendu 22 moutons dépouillés de leurs toisons à raison de 23 fr. la pièce; le poids moyen des toisons de tous les animaux étant, cette année, de 5 kilog., et la laine ayant été vendue à très-peu près 3 fr. le demi-kilog., le prix moyen des moutons est porté à 55 fr., toujours y compris les frais de vente.

Le troupeau est dans le meilleur état de santé possible.

M. Arago fait un rapport sur la seconde édition encore manuscrite du *Traité de Géodésie* de M. Puissant.

Les conclusions de ce rapport sont que le nouvel ouvrage de M. Puissant est très-digne, à tous égards, de l'approbation de l'Académie.

M. Biot commence la lecture d'un *Mémoire sur l'utilité des lois de la polarisation de la lumière pour reconnaître l'état de cristallisation et de combinaison dans les cas où le système cristallin ne peut pas être immédiatement observé.*

M. Houtou-Labillardière lit un *Mémoire sur le palmier Nipa.* (Il est renvoyé à l'examen d'une commission.)

SUR *un Acide nouveau obtenu en traitant l'acide urique par l'acide nitrique.*

POUR obtenir cet acide pur, d'après le Dr Gaspard Brugnatelli, on fait un mélange d'acide nitrique et d'acide urique qu'on laisse en repos jusqu'à ce que les flocons jaunes qui sont suspendus dans le liquide se rassemblent au fond du vase : on décante la liqueur; l'on recueille la partie solide sur du papier à filtrer, et on la dessèche autant que possible : après l'avoir dissoute dans l'eau et livré la dissolution à l'évaporation spontanée, on obtient le nouvel acide en très-beaux cristaux.

Le chlore, l'iode et l'acide oxalique peuvent avec

l'acide urique donner naissance au nouvel acide. Que l'on mette de l'acide urique dans une bouteille contenant du chlore gazeux, l'acide sera décomposé, et il en résultera une substance propre à teindre vivement en rouge la peau. De même, dans un mélange de l'acide urique avec l'iode ou avec l'acide oxalique, on verra naître par le secours de la chaleur une décomposition manifeste, et on obtiendra des résidus d'un rouge vif. Ces apparences de couleur indiquent la formation du nouvel acide.

Caractères du nouvel acide. Ses cristaux sont des rhomboïdes incolores, parfaitement transparens : leur saveur est d'abord piquante, mais ensuite elle devient douceâtre. Exposés à la lumière du soleil, ils deviennent rouges; la chaleur les fait décrépiter et les colore également en rouge; à l'air, ils s'effleurissent, perdent leur transparence et deviennent blancs. Quand ils ont perdu toute leur eau, la lumière solaire ne les colore plus, et la chaleur les détruit sans leur faire prendre une couleur rouge. Ces cristaux se dissolvent très-facilement dans l'eau et dans l'alcool sans troubler leur transparence, ni leur communiquer aucune couleur. La solution aqueuse a une saveur douce; elle n'a point d'odeur; mais elle en acquiert avec le temps, ce qui indiquerait qu'elle est sujette à quelque altération : elle rougit les teintures bleues végétales, et l'eau de chaux y découvre la plus petite quantité d'acide.

La solution du nouvel acide cristallise de nouveau sans s'altérer, par une évaporation spontanée; mais si on emploie la chaleur, elle se réduit, en devenant solide, en une matière d'une belle couleur rouge qui s'avive en se

dissolvant dans l'eau, et en colore une très-grande quantité. L'acide liquide colore aussi en rouge la peau et les autres corps, et beaucoup plus promptement que ne le fait la solution ordinaire de l'acide urique dans l'acide nitrique.

Le nouvel acide coloré, en dissolution dans l'eau, peut perdre sa couleur par le moyen de la chaleur; en le soumettant à la distillation, il donne un liquide légèrement coloré en rose, d'une saveur douceâtre, qui ne trouble pas l'eau de chaux.

Ce même acide se décolore seul en un temps plus ou moins long; il se forme ordinairement des flocons blancs; mais si pendant la coloration de l'acide l'action de la chaleur a été trop prolongée, il change beaucoup plus facilement de couleur et jaunit.

Le nouvel acide trouble abondamment l'eau de chaux; les acides les plus faibles, comme l'acide carbonique, font disparaître le précipité. Ce précipité se décompose promptement à l'air, et donne naissance à du carbonate de chaux. Le nouvel acide se comporte avec la baryte comme avec la chaux : il décompose rapidement le sulfure de baryte, et produit une couleur violette.

La combinaison du nouvel acide avec la potasse a une saveur très-douce; elle précipite en un coagulum blanc les dissolutions de plomb et d'argent, et bleuit les dissolutions de fer sans les précipiter : elle s'altère très-promptement, et de neutre, et même un peu alcaline qu'elle était, devient acidule. A la lumière, elle s'altère encore plus vite; elle jaunit d'abord, et se dessèche ensuite en une masse d'un rouge vif qui se dissout dans

l'eau en lui communiquant sa belle couleur, etc. (*Giornale di Fisica, etc., decade seconda.* I. 117.)

La découverte de l'acide dont nous venons de recueillir les principales propriétés, d'après le Dr Brugnatelli, a été communiquée à l'Institut de Milan, dans sa séance du 12 mars.

Nous venons de recevoir le n° de juillet des *Annals of Philosophy*, dans lequel se trouve l'annonce d'un Mémoire du Dr Prout, présenté, le 11 juin, à la Société royale, qui a également pour objet la découverte d'un acide en traitant l'acide urique par l'acide nitrique. Nous n'avions pas été convaincus de l'existence d'un nouvel acide d'après les expériences du Dr Brugnatelli; mais nous le sommes d'après celles du Dr Prout. Les acides obtenus par chacun de ces chimistes sont très-différens, et il nous paraît que celui du Dr Brugnatelli n'est point pur. Voici les détails qui nous sont parvenus sur l'acide du Dr Prout.

La substance d'un beau pourpre, produite par l'action de l'acide nitrique et de la chaleur sur l'acide urique, a été connue depuis long-temps des chimistes. Le Dr Prout vient de montrer que cette substance est un composé d'un acide particulier avec l'ammoniaque.

Cet acide, qu'on peut également former en traitant l'acide urique par le chlore ou l'iode, possède la propriété remarquable de former des composés d'un beau pourpre avec les alcalis et les terres alcalines; de là le nom d'*acide purpurique*, qui a été suggéré au Dr Prout par le Dr Wollaston.

L'acide purpurique peut être séparé du purpurate d'ammoniaque par les acides sulfurique ou muriatique.

Il se présente ordinairement sous la forme d'une poudre d'un jaune clair, ou de couleur de crême. Il est extrêmement insoluble dans l'eau; il n'a point par conséquent de saveur, et n'affecte point le papier de tournesol, quoiqu'il décompose promptement les carbonates alcalins par le moyen de la chaleur. Il est soluble dans les acides minéraux concentrés et dans les solutions alcalines, mais non point en général dans les acides délayés. Il est insoluble dans l'alcool. Exposé à l'air, il prend une couleur pourpre, probablement en attirant de l'ammoniaque. Soumis à l'action de la chaleur, il se décompose et donne du carbonate d'ammoniaque, de l'acide prussique et un peu de liquide d'une apparence huileuse. Brûlé avec l'oxide de cuivre, on l'a trouvé composé de :

Hydrogène,	4,54;
Carbone,	27,27;
Oxigène,	36,36;
Azote,	31,81.

Les purpurates alcalins forment tous, comme on l'a dit, des dissolutions d'une belle couleur pourpre. Ils peuvent cristalliser, et leurs cristaux possèdent quelques propriétés remarquables. Le purpurate d'ammoniaque cristallise en prismes quadrangulaires qui, lorsqu'on les voit par lumière transmise, paraissent d'un rouge intense de grenat; mais, par lumière réfléchie, deux des faces opposées paraissent d'un beau vert, pendant que les deux autres faces opposées paraissent de leur couleur naturelle. Cette curieuse propriété paraît appartenir à d'autres purpurates alcalins. Les purpurates métalliques sont en général remarquables par leur solubilité et la beauté de leurs couleurs. Le purpurate de zinc est d'un

beau jaune d'or, celui d'étain d'un blanc de perle; les autres purpurates sont d'une couleur plus ou moins rouge.

Le D[r] Prout pense qu'il est probable que l'acide purpurique forme la base de plusieurs couleurs animales et végétales. La couleur œillet du sédiment de l'urine pendant la fièvre paraît être due à du purpurate d'ammoniaque. Le D[r] Prout pense encore que l'on pourra employer quelques-uns de ses sels dans la peinture et même dans la teinture; car ils paraissent avoir de fortes affinités, principalement pour les substances animales. (*Annals of Philosophy*. XII. 68.)

ANALYSE *d'une terre rouge tombée avec la pluie dans le royaume de Naples et dans les deux Calabres.*

Par le Cav. LUIGI SEMENTINI.

LE 14 de mars 1813, par un vent d'est qui soufflait depuis deux jours, les habitans de Gerace aperçurent une nuée dense s'avancer de la mer sur le continent. A deux heures après midi, le vent se calma; mais la nuée couvrait déjà les montagnes voisines, et commençait à intercepter la lumière du soleil; sa couleur, d'abord d'un rouge pâle, devint ensuite d'un rouge de feu. La ville fut alors plongée dans des ténèbres si épaisses, que vers les quatre heures on fut obligé d'allumer des chandelles dans l'intérieur des maisons. Le peuple, effrayé et par l'obscu-

rité et par la couleur de la nuée, courut en foule dans la Cathédrale, faire des prières publiques. L'obscurité alla toujours en augmentant, et tout le ciel parut de la couleur du fer rouge : le tonnerre commença à gronder, et la mer, quoique éloignée de six milles de la ville, augmentait l'épouvante par ses mugissemens. Alors commencèrent à tomber de grosses gouttes de pluie rougeâtres que quelques-uns regardaient comme des gouttes de sang, et d'autres comme des gouttes de feu. Enfin, aux approches de la nuit, l'air commença à s'éclaircir, la foudre et le tonnerre cessèrent, et le peuple rentra dans sa tranquillité ordinaire.

Sans commotion populaire et avec quelques différences en plus ou en moins, le même phénomène d'une pluie de poussière rouge eut lieu, non-seulement dans les deux Calabres, mais encore dans l'extrémité opposée des Abruzzes.

Cette poussière a une couleur d'un jaune de cannelle et une saveur terreuse peu marquée ; elle est onctueuse au toucher, tant est grande sa ténuité, quoiqu'on y découvre à la loupe de petits corps durs ressemblant au pyroxène, mais qui sont étrangers à la poussière, et qui s'y sont accidentellement mêlés lorsqu'on l'a recueillie sur le terrain. La chaleur la brunit, puis la rend tout-à-fait noire, et enfin la rougit si elle devient plus intense. Après l'action de la chaleur, elle laisse apercevoir, même à l'œil nu, une multitude de petites lames brillantes qui sont du mica jaune : elle ne fait plus alors effervescence avec les acides, et a perdu environ un dixième de son poids. Sa pesanteur spécifique, lorsqu'elle a été privée de corps durs, est de 2,07.; elle est composée de :

Silice,	33,0 ;
Alumine,	15,5 ;
Chaux,	11,5 ;
Chrôme,	1,0 ;
Fer,	14,5 ;
Acide carbonique,	9,0.
	84,5.

La perte est due à une substance résineuse de couleur jaunâtre, que l'on obtient en traitant la poudre par l'alcool et en faisant évaporer à siccité : le poids du résidu correspondait à très-peu-près à la perte éprouvée dans l'analyse. Cette matière résineuse donne à la poudre la propriété de déflagrer avec le nitre. (*Giorn. di Fisica, etc., decade seconda.* I. 28.)

Le même journal, p. 32, contient une relation du Dr Lavagna sur une chute de terre qui a eu lieu, dans la nuit du 27 au 28 octobre 1814, à Caneto, dans la vallée d'Oneglia. Cette terre, dont la couleur ressemblait à celle de la brique en poudre, recouvrait les feuilles des arbres et des herbes et le toit des maisons. Le jour suivant, il tomba une pluie très-fine qui, emportant peu à peu la partie la plus soluble et la moins colorée, en accumula l'autre dans les parties les plus concaves des feuilles. C'était un spectacle agréable, après la cessation de la pluie, de voir rassemblées çà et là sur les feuilles de plusieurs plantes herbacées, principalement sur celles des choux, des petites portions de terre rouge dont l'éclat était beaucoup relevé par les gouttes d'eau qui les

recouvraient. On eût dit que les choux, par exemple, avaient été arrosés avec du sang rouge, dont le cérum surnageant s'était séparé du coagulum. Le Dr Lavagna se demande si l'on ne doit pas rechercher dans ce phénomène la source de ces fameuses pluies de sang, de fatal augure auprès de l'antiquité, qui les regardait comme un prodige. La terre qu'il a recueillie était argileuse en très-grande partie; il suppose qu'elle a été transportée par des vents du sud qui soufflaient précisément la nuit de la chute de la terre.

VARIATIONS *de température observées dans le même lieu et à différentes profondeurs au-dessous du sol.*

LES observations suivantes ont été faites en Ecosse, dans le vaste jardin de M. Robert Ferguson de Raith. Ce jardin est situé à Abbotshall, par 56° 10′ de latitude nord, 50 pieds environ de hauteur au-dessus de la mer et à la distance d'*un mille* de la côte de Kirkaldy.

Les tubes des divers thermomètres dont M. Ferguson s'est servi avaient tous un petit diamètre et une grande longueur. Pour résister aux effets de la pression exercée intérieurement par le mercure, les récipiens étaient cylindriques et d'un verre très-épais. Les instrumens, protégés chacun par une boîte en bois, étaient enterrés dans le sol, à des profondeurs de *un, deux, quatre et huit pieds anglais.* Une portion seule de la tige sortait de terre et permettait de lire immédiatement

la température sans avoir besoin de toucher à l'instrument. Le sol jusqu'à *quatre* pieds de profondeur est formé d'un gravier doux (*a soft gravelly soil*); plus bas on rencontre un lit de sable et d'eau. On trouvera dans la table suivante, les résultats moyens fournis pendant les années 1816 et 1817, par les thermomètres diversement enfoncés dans la terre.

	1816.				1817.			
	1 pied.	2 pieds.	4 pieds.	8 pieds.	1 pied.	2 pieds.	4 pieds.	8 pieds.
Janvier.	+0°,6	+2°,4	+4°,8	+6°,1	2°,0	3°,7	4°,7	7°,3
Février.	0,9	2,2	3,9	5,6	2,8	4,4	5,3	5,9
Mars.	1,7	2,6	4,2	5,7	4,1	4,6	5,4	5,8
Avril.	4,3	3,6	5,2	6,6	7,2	5,8	5,9	5,8
Mai.	6,7	6,3	6,3	6,7	8,2	7,0	7,0	6,8
Juin.	10,9	10,0	8,4	7,7	10,6	9,7	8,7	8,8
Juillet.	12,2	11,4	10,2	8,7	12,9	12,8	10,8	9,8
Août.	10,0	11,4	10,3	9,7	11,9	12,2	11,1	10,0
Septemb.	10,9	10,7	11,0	10,0	11,7	11,5	11,1	10,4
Octobre.	8,3	9,6	9,8	9,8	7,6	9,7	9,7	9,9
Novemb.	4,9	6,6	7,9	7,6	5,0	7,0	8,3	8,7
Décemb.	2,1	4,4	6,1	7,8	3,3	4 9	7,1	8,0
Moyenn.	6,1	6,8	7,3	7,7	7,3	7,8	7,9	8,1

M. Leslie, à qui nous avons emprunté ce tableau après l'avoir toutefois transformé en degrés centigrades, y a joint les remarques suivantes.

La température moyenne du sol paraît diminuer, d'après ces observations, à mesure que l'on s'enfonce; mais cette anomalie tient évidemment à la *froidure* (*the coldness*) des deux derniers étés, et particulièrement à celui de 1816, dont les effets sur les récoltes ont été si pernicieux. Il est très-probable que si on avait enterré les

thermomètres plus profondément, ils auraient donné pour résultat moyen + 8°,7 centigrades; car telle est la température invariable d'une source abondante qui sort d'une masse de rochers basaltiques, à peu de distance du jardin de M. Ferguson, et précisément à la même élévation au-dessus de la mer (1).

Maxima *et* Minima *de température marqués par ces divers thermomètres.*

1816.

	Minimum.	Epoque.	Maximum.	Epoque.	Variations totales.
Therm. à 1 pied	+ 0°,6	février.	+ 12°,2	21 juillet.	11°,6
——— 2 pieds	+ 2,2	4 février.	+ 11,7	24 juillet.	9,5
——— 4 pieds	+ 3,9	11 février.	+ 11,1	août et sept.	7.2
——— 8 pieds	+ 5,6	16 février.	+ 10,0	14 septemb.	4,4.

1817.

Therm. à 1 pied	+ 1°,1	commt de janv.	+ 13°,3	5 juillet.	12°,2
——— 2 pieds	+ 3,3	commt de janv.	+ 13,3	10 juillet.	10,0
——— 4 pieds	+ 4,4	3 février.	+ 11,1	août et sept.	6,7
——— 8 pieds	+ 5,8	11 février.	+ 10,6	20 septem.	4,8.

Il résulte de ces observations qu'en Ecosse, par une latitude de plus de 56°, la gelée ne se fait pas sentir à un pied anglais de profondeur.

Les variations totales de température diminuent, comme on peut voir, fort rapidement à mesure que le thermomètre est enfoncé plus profondément. Quoique nous

---

(1) Edimburgh, situé par 55°.57′ de latitude, a pour température moyenne + 8°,8, d'après six années d'observations faites par M. Playfair.

n'ayons pas maintenant sous les yeux les tableaux météorologiques d'Edimburgh pour les deux années qui viennent de s'écouler, on pourra supposer, à en juger par les observations correspondantes de Londres, que le thermomètre à l'air libre et à l'ombre y a varié depuis — 13° centigrades jusqu'à + 28°, c'est-à-dire, *neuf* fois plus environ qu'à la profondeur de 8 pieds. Par six années d'observations de M. Playfair, la température moyenne du mois le plus chaud à Edimburgh est de + 15°,2 centigrades. Celle du mois le plus froid ne s'élève qu'à + 3°,5; d'où il résulte que les variations *moyennes* à l'air libre surpassent même les variations *extrêmes* qu'on observe sous terre, à 2 pieds seulement de profondeur.

Le tableau précédent met en évidence la lenteur avec laquelle la chaleur et le froid se propagent dans une masse terreuse. On remarque aisément, en effet, que les différens thermomètres ont atteint leur *maximum* à des époques diverses, et d'autant plus tard qu'ils étaient enfoncés plus profondément.

On trouve, dans la *Pyrométrie* de Lambert, imprimée à Berlin en 1779, en allemand, des observations fort analogues à celles de M. Ferguson, et qui nous semblent mériter d'être rapportés; elles nous ont été communiquées par M. Alex. de Humboldt.

Ces observations avaient été faites par M. Ott dans un jardin près de Zurich en Suisse, et continuées pendant quatre ans et demi, à partir de 1762. On se servait de thermomètres à esprit-de-vin. Le rapport du diamètre

du tube à celui de la boule était tel que chaque degré de l'échelle de *Micheli du Crest* correspondait à une longueur de $\frac{3}{4}$ de pouce : il résultait de la petitesse du diamètre des tubes, que les thermomètres indiquaient à très-peu-près la vraie température de la profondeur à laquelle la boule était placée, et sans que les températures particulières aux différentes couches terreuses que le tube traversait avant d'atteindre la surface, exerçassent une influence sensible. Chaque thermomètre se trouvait garanti par un tube creux dans lequel il était renfermé : mais l'on peut conclure de ce que dit Lambert dans le § 674 de la *Pyrométrie*, que tous ces tubes étaient remplis de terre. Nous avons réduit les degrés du thermomètre de *du Crest* au thermomètre centigrade, d'après la comparaison que Lambert en a faite à ceux du thermomètre de Farenheit. On pourra faire sur ce tableau des remarques analogues à celles qui ont été fournies par les observations écossaises, tant sur l'étendue des variations qui diminue avec la profondeur, que sur les époques des *maxima*. On verra aussi qu'en faisant abstraction des observations faites très-près de la surface, les températures moyennes ont été d'autant plus grandes que la boule du thermomètre était enterrée plus profondément. Ce résultat est conforme à celui que M. Leslie a déduit de la première table que nous avons rapportée ; mais comme ici il résulte de quatre années d'observations, on pourrait croire que le phénomène dépend d'une cause plus générale que ce savant ne l'a supposé.

Profondeur des thermomètres au-dessous de la surface du sol exprimée en pieds.

MOIS.	PIEDS.						
	1/4	1/2	1	2	3	4	6
Janvier.	+ 0°.3	+ 0°.5	+ 1°.6	+ 2°.7	+ 3°.3	+ 4°.8	+ 7°.0
Février.	— 0.6	+ 0.2	+ 1.5	+ 2.3	+ 2.8	+ 4.4	+ 5.5
Mars.	+ 7.7	+ 4.5	+ 5.0	+ 4.5	+ 4.5	+ 5.0	+ 5.5
Avril.	+ 11.7	+ 8.8	+ 8.8	+ 8.1	+ 8.1	+ 7.2	+ 7.2
Mai.	+ 14.8	+ 13.3	+ 13 2	+ 11.7	+ 11.6	+ 11.4	+ 10.0
Juin.	+ 19 4	+ 16.6	+ 16.1	+ 15.0	+ 13.8	+ 13.2	+ 11.7
Juillet.	+ 19 5	+ 17.7	+ 17.6	+ 16.1	+ 16.1	+ 15.1	+ 13.8
Août.	+ 17.8	+ 17.2	+ 16.6	+ 16.1	+ 16.3	+ 16.1	+ 15.2
Septembre.	+ 15.0	+ 14.4	+ 15.0	+ 15.1	+ 15.3	+ 15.2	+ 15.2
Octobre.	+ 10.6	+ 10.4	+ 10.6	+ 10.5	+ 11.7	+ 12.0	+ 13.4
Novembre.	+ 5.0	+ 5.6	+ 6.1	+ 8.0	+ 8.8	+ 9.4	+ 11,6
Décembre.	+ 2.2	+ 2.0	+ 2.7	+ 4.0	+ 5.0	+ 7.2	+ 9.4
Moyennes.	10°,4	9°,3	9°,4	9°,4	9°,7	10°,1	10°,5

NOTE *sur l'Identité de l'Acide malique avec l'Acide sorbique* (1).

PAR M. HOUTOU-LABILLARDIÈRE.

Lue à la Société de Pharmacie le 15 mai 1818.

L'ANALOGIE des propriétés de l'acide malique avec celles de l'acide sorbique découvert par M. Donovan, jointe à des considérations particulières et quelques expé-

---

(1) Cette Note nous a été adressée par M. Houtou-Labillardière, après avoir appris de l'un de nous que M. Bra-

riences antérieures à celles qui font le sujet de cette Note, me donnèrent à penser que ces deux acides pouvaient bien ne différer l'un de l'autre que par des matières étrangères mélangées à l'acide malique, qui en modifient les propriétés réelles, et que l'acide découvert par M. Donovan et obtenu sous forme de cristaux était l'acide malique pur : c'est en effet ce que les expériences suivantes me prouvèrent.

Après avoir saturé le suc de la joubarbe par un excès de lait de chaux et fait évaporer environ aux trois quarts la liqueur séparée de l'excès de chaux, elle déposa pendant l'évaporation un sel blanchâtre pulvérulent peu soluble, que je séparai de l'eau-mère qui s'était foncée en couleur; et après l'avoir complètement débarrassé de matière colorante par des lavages d'alcool à 12 ou 15°, je le traitai par l'eau qui dissolvit tout le malate de chaux, et laissa un dépôt formé de chaux et de matière colorante. Je traitai cette dissolution, qui était incolore, par le nitrate de plomb neutre, dans laquelle il se forma un précipité de malate de plomb qui, étant lavé et convenablement traité par l'hydrogène sulfuré, donna une dissolution incolore d'acide malique, et par l'évaporation j'obtins un liquide sirupeux qui laissa déposer, au bout de quelques jours, des mamelons de cristaux blan-

---

connot avait prouvé que l'acide sorbique et l'acide malique étaient identiques. Nous devons à la vérité de dire que les expériences de M. Houtou ayant paru trop peu concluantes à la plupart des membres de la Société de Pharmacie, il fut invité à en faire de nouvelles, et c'est la raison pour laquelle il avait différé de les publier.

châtres, semblables à ceux que produit l'acide sorbique. Ces cristaux jouissaient, comme ceux de l'acide sorbique, d'être fortement acides, très-solubles dans l'eau et l'alcool; de former des sels solubles avec la potasse, la soude, l'ammoniaque, la baryte et la strontiane, et des sels beaucoup moins solubles avec la chaux et le plomb, et ce dernier étant soluble dans l'eau bouillante, d'où il se dépose par le refroidissement en aiguilles nacrées, et jouissant d'ailleurs comparativement des propriétés qui caractérisent l'acide sorbique.

Comme je n'avais pour but, en publiant cette Note, que de démontrer l'identité de ces acides, je crois inutile de rapporter comparativement les autres propriétés de ces acides.

Nota. Le suc de la joubarbe contenant du sulfate de chaux, il arrive que si le malate de plomb n'a pas été convenablement lavé, il reste un peu de nitrate de chaux qui, se trouvant en contact avec l'acide sulfurique du sulfate de plomb qui se forme en versant dans le malate de chaux (qui retient toujours un peu de sulfate de chaux) du nitrate de plomb, lequel se trouve décomposé par l'hydrogène sulfuré, et l'acide sulfurique mis à nu réagit sur le nitrate calcaire, et laisse déposer, vers la fin de l'évaporation, des cristaux de sulfate de chaux qu'on peut complètement séparer en traitant l'acide malique par l'alcool.

Extrait *d'un Mémoire sur le Pouvoir réfringent des milieux de l'œil.*

Par M. Chossat, de Genève.

(Bull. de la Soc. Philom.)

L'auteur s'est servi pour ses expériences d'une méthode indiquée d'abord par Euler, mais que Brewster développa le premier, et qui consiste, 1° à former avec la substance que l'on veut éprouver une lentille microscopique concave, en la pressant entre deux verres, l'un plan, l'autre convexe; et 2° à déterminer par l'observation la longueur du foyer de cet objectif composé, pour en déduire le pouvoir réfringent. Après avoir indiqué deux circonstances auxquelles l'exactitude des résultats est essentiellement liée, savoir : la légère incertitude du foyer précis d'un microscope composé, et la variation dans l'étendue de la vision distincte selon les observateurs, l'auteur donne le moyen d'en apprécier l'effet, et passe ensuite à la détermination du pouvoir réfringent.

Membranes. 1°. *La cornée* étant trop épaisse chez certains animaux pour la soumettre, dans son intégrité, à la pression entre les verres, l'auteur a dû se contenter de faire ses expériences sur des lambeaux séparés de cette membrane ; il remarque que deux causes peuvent déterminer sa perte de transparence, la compression et l'absorption qu'elle exerce sur les liquides dans lesquels on la plonge. Il a obtenu pour le pouvoir réfringent les résultats suivans :

Homme.	Ours.	Eléphant.	Bœuf.	Dindon.	Carpe.
1,33	1,35	1,34	1,34	1,35	1,35

Ces pouvoirs réfringens diffèrent très-peu de celui de l'eau ; ce qui provient sans doute de ce que l'épaisseur de la cornée dépend en très-grande partie du liquide interposé entre ses lames.

2°. *Membrane de l'humeur aqueuse.* M. Chossat n'a déterminé son pouvoir réfringent que sur l'éléphant et le bœuf, à cause de la gêne qu'apporte à l'expérience la facilité avec laquelle la membrane se rompt et se roule sur elle-même : il a obtenu pour l'éléphant 1,349 ; pour le bœuf 1,339.

3°. *Capsule cristalline.* Les résultats obtenus pour cette membrane sont :

Homme.	Ours.	Eléphant.	Bœuf.	Dindon.
1,35	1,36	1,349	1,34	1,35

4°. *Membrane hyaloïde.* L'auteur n'a pas déterminé le pouvoir réfringent de cette membrane, qu'il serait très-difficile d'isoler de l'humeur vitrée ; on ne saurait d'ailleurs y avoir égard dans le calcul.

Humeurs. 1°. *Couche muqueuse de la cornée.* Son pouvoir réfringent pour le dindon et la carpe est 1,357 ; il est par conséquent supérieur à celui de l'humeur aqueuse de ces mêmes animaux.

2°. *Humeur aqueuse.* Les résultats des expériences physiques et chimiques s'accordent à faire regarder ce liquide comme très-peu différent de l'eau ; et en effet les résultats obtenus sont :

Homme.	Ours.	Cochon.	Eléphant.	Bœuf.	Dindon.	Carpe.
1,338	1,349	1,338	1,338	1,338	1,344	1,349

3. *Humeur vitrée.* On doit lui appliquer ce qui

vient d'être dit de l'humeur aqueuse; les résultats obtenus sont :

Homme.	Ours.	Cochon.	Eléphant.	Bœuf.	Dindon.	Carpe.
1,339	1,349	1,339	1,340	1,338	1,338	1,349

Dans ces expériences, l'humeur vitrée n'a point été séparée de la membrane hyaloïde; l'auteur a observé par là un fait très-remarquable, savoir : le peu de transparence du corps vitré; il s'en est assuré par des expériences très-précises faites avec une excellente lunette polyatée de M. Cauchoix, qui lui-même a bien voulu répéter l'expérience. M. Chossat a trouvé que ce phénomène tenait à la présence de l'hyaloïde au milieu de l'humeur vitrée; ce qui suppose un pouvoir réfringent un peu différent dans ces deux milieux. Il n'en conclut pas que cette perte de transparence existe sur le vivant; la déformation du corps vitré dans l'expérience suffit peut-être pour expliquer ce phénomène.

4°. *Cristallin.* L'auteur s'occupe d'abord d'un phénomène qui revient souvent dans les expériences sur ce corps, savoir : sa perte de transparence momentanée. Deux causes, selon lui, peuvent la produire, 1°. la pression dont l'effet se voit très-bien en comprimant un cristallin de bœuf entre deux verres; 2°. l'abaissement de température jusqu'à congélation, cause déjà connue de Petit (*Académie des Sciences*, 1723). Des observations ultérieures ont appris à l'auteur qu'il en existait deux autres beaucoup plus importantes pour les expériences, la dessiccation du cristallin et l'absorption qu'il exerce sur les liquides ambians.

Une précaution essentielle dans les expériences de

réfraction sur le cristallin est d'opérer promptement et autant que possible dans un milieu chargé de vapeurs, vu que la dessiccation augmente le pouvoir réfringent de ce corps. L'auteur n'a point pu éviter toujours cette cause d'erreurs, et surtout dans les expériences sur l'œil de l'ours et de l'éléphant; aussi ne regarde-t-il point comme exacts les derniers nombres de la colonne relative à ces animaux. En opérant avec les précautions ci-dessus, on arrive pour l'homme, le bœuf, etc., à un noyau central de réfraction constante; ce qui n'a point ordinairement lieu quand on permet au cristallin de se dessécher librement. Voici le tableau des résultats obtenus :

Homme.	Ours.	Cochon.	Eléphant.	Bœuf.	Dindon.	Carpe.
1,338	1,383	1,386	1,369	1,375	1,383	1,374
1,395	1,396	1,395	1,387	1,403	1,387	1,387
1,420	1,416	1,399	1,405	1,416	1,392	1,415
	1,436	1,424	1,415	1,432	1,396	1,436
	1,442		1,424	1,438	1,399	1,442
	1,450		1,430	1,440	1,403	1,450
	1,463		1,432			Il reste encore un noyau central, trop dur pour être mis en expérience.
			1,436			
			1,450			

M. Chossat a recherché si dans le cristallin le pouvoir réfringent croissait selon une loi déterminée : ses essais multipliés ont été infructueux; néanmoins il attribue ce peu de succès à la grossièreté des moyens qu'on est obligé d'employer dans cette recherche.

L'obscurcissement de la cornée, du cristallin, et peut-être du corps vitré au moyen de la pression, ne militent

point, selon l'auteur, en faveur de l'ajustement de l'œil, par une cause qui agirait en comprimant cet organe.

Pour mettre les lecteurs à portée d'apprécier ce qu'il peut y avoir de nouveau dans le travail de M. Chossat, nous allons réunir ici les résultats que d'autres physiciens avaient déjà obtenus sur la force réfringente des différentes humeurs de l'œil. Les nombres suivans, aussi-bien que ceux qu'on lit dans le texte, sont les rapports des sinus d'incidence aux sinus de réfraction, pour le passage de la lumière de l'air dans la substance.

Scheiner, sans donner des valeurs précises pour les réfringences des diverses humeurs dont l'œil est composé, avait déjà annoncé que l'humeur aqueuse doit peu différer, sous ce rapport, de l'eau pure; que le cristallin se rapproche du verre, et que l'humeur vitrée a une réfringence intermédiaire entre les deux précédentes.

Suivant Hauksbee.

Eau pure	1,336;
Humeur aqueuse (œil de bœuf)	1,336;
Cristallin d'un bœuf.	1,464.

L'image fournie par le cristallin était diffuse et élargie, à cause de l'augmentation de densité du bord au centre.

Suivant le Dr Wollaston.

Humeur vitrée		1,336;
Cristallin d'un bœuf	(moyenne),	1,430;
	au centre,	1,447;
	à la surface,	1,380.

Centre du cristallin d'un poisson. . . . . 1,530 ;
——— cristallin sec d'un bœuf. . . . 1,530.

Suivant le Dr Thomas Young.

Centre du cristallin de l'homme, dans l'état de vie, 1,415 ;
Après la mort, l'eau imbibée réduit ce premier nombre à . . . . 1,403.

D'après le Dr Brewster.

Humeur aqueuse extraite de l'œil d'une morue ; le rapport est plus fort que pour l'eau.

Humeur vitrée du même animal, *idem.*

Humeur vitrée de l'œil d'un pigeon, supérieur encore aux deux précédens.

Fluide blanchâtre contenu entre le cristallin et sa capsule (morue) . . . . 1,374.

Partie extérieure du cristallin d'une morue. 1,40.

Partie extérieure du cristallin d'une morue plus jeune. 1,44.

Partie intérieure . . . . 1,47.

La table que M. Brewster a publiée ne fait pas connaître les rapports du sinus d'incidence au sinus de réfraction ; mais comme elle montre l'ordre de réfraction d'un grand nombre de substances, nous avons pu interpoler approximativement les nombres ci-dessus, en nous servant des réfractions connues de quelques corps près desquels les humeurs de l'œil se trouvent placées.

Nouveau *Minéral* (Polyhalite).

M. Stromeyer vient d'analyser un minéral très-remarquable par sa composition, auquel il a donné le nom de *polyhalite*. Il l'a trouvé composé de :

Sulfate de chaux ordinaire,	28,74 ;
Sulfate de chaux anhydre,	22,36 ;
Sulfate de potasse,	27,40 ;
Sulfate de magnésie anhydre,	20,11 ;
Chlorure de sodium mélangé,	0,19 ;
Oxide de fer,	0,32.
	99,20.

Ce minéral se trouve dans les couches de sel gemme de Ischel, dans la haute Autriche; il a été confondu jusqu'à présent par les minéralogistes avec la muriacite, sous la dénomination de *muriacite fibreuse*.

Nouvelles *de l'Expédition scientifique commandée par M.* de Freycinet.

Les nouvelles qu'on a reçues du capitaine Freycinet nous apprennent qu'il a relâché quatre fois depuis son départ de Toulon, savoir : à Gibraltar, à Ténériffe, à Rio-Janeiro, et au cap de Bonne-Espérance d'où il a dû partir dans les premiers jours d'avril. Les pendules invariables dont M. Freycinet est muni ont été observés au Brésil et au Cap, et jèteront sans doute un grand jour sur la question, encore indécise, de la dissemblance des deux hémisphères. L'expédition avait déjà rassemblé, vers la fin de mars, plus de *dix mille* observations magnétiques. Des collections nombreuses adressées au Muséum d'Histoire naturelle étaient en route. Les observations à la mer n'avaient éprouvé aucune interruption : celles, entr'autres, des températures comparatives de l'Océan et de l'atmosphère, avaient été faites de deux heures en deux heures, tant de jour que de nuit.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
1	757,50	+18,4	52	757,21	+18,9	54	756,72	+20,5	53	757,62	+17,8	73	+20,5	+ 7,4	Petits nuages.	N. E.
2	758,56	+20,4	66	758,30	+22,2	53	757,69	+22,9	53	758,20	+17,0	70	+22,9	+12,2	Nuageux.	N. E.
3	759,36	+21,9	71	759,07	+22,5	51	758,62	+24,2	53	759,38	+18,5	70	+24,2	+14,2	Nuageux.	N. faibl.
4	760,67	+20,7	71	760,73	+23,9	56	760,36	+24,2	53	760,98	+20,1	73	+24,2	+15,0	Nuageux	N. E.
5	762,35	+21,7	67	761,90	+25,0	58	761,25	+25,5	54	761,40	+20,6	72	+25,6	+15,2	Petits nuages.	N. E.
6	762,03	+21,6	75	761,35	+24,5	65	760,49	+25,6	55	760,14	+19,4	69	+25,6	+15,0	Ciel nuageux.	N. E.
7	759,82	+21,5	62	759,20	+25,1	56	758,60	+25,7	49	759,08	+20,5	64	+25,7	+14,7	Nuageux.	N. E.
8	760,70	+21,7	55	760,50	+24,0	47	759,95	+24,5	47	760,16	+20,5	62	+24,5	+16,0	Beau.	E fort.
9	760,86	+21,1	66	760,40	+23,6	60	759,99	+24,4	51	760,00	+19,7	60	+24,4	+15,2	Petits nuages.	E.
10	761,05	+21,4	62	760,66	+23,5	54	759,64	+25,4	49	759,80	+21,5	62	+25,4	+15,0	Beau.	E
11	758,94	+24,1	64	758,23	+26,2	52	756,94	+27,2	58	756,68	+22,0	60	+27,2	+16,2	Beau.	E. S E.
12	756,65	+25,0	59	756,36	+28,6	55	755,36	+28,7	49	755,20	+24,2	61	+29,4	+16,2	Nuageux.	S. E.
13	755,84	+25,1	63	755,63	+28,1	64	754,64	+29,4	54	755,79	+20,2	73	+29,7	+17,5	Nuageux.	O.
14	757,33	+20,4	82	757,50	+22,5	75	756,93	+24,5	65	758,47	+19,6	80	+24,5	+10,7	Très-nuageux.	N. O.
15	759,40	+21,7	66	759,10	+24,6	56	758,31	+24,5	52	758,84	+18,9	82	+24,9	+16,0	Très-nuageux.	O.
16	758,68	+20,0	79	758,28	+21,9	75	757,36	+20,6	76	756,15	+18,4	80	+22,6	+14,1	Couvert.	N. O.
17	754,63	+24,5	62	753,92	+27,1	56	752,82	+27,0	53	752,20	+18,0	84	+28,1	+16,0	Nuageux.	S. S. O.
18	751,15	+22,2	78	751,23	+21,6	75	749,82	+22,9	74	750,97	+17,5	85	+22,9	+16,7	Pluie fine.	O. S. O.
19	755,37	+18,9	74	755,88	+22,1	57	755,47	+21,9	53	754,38	+16,0	75	+22,1	+14,5	Très-nuageux.	O.
20	752,55	+17,2	79	752,63	+20,5	56	753,02	+20,1	58	755,32	+14,2	78	+20,5	+14,5	Très-nuageux.	S. O.
21	759,28	+18,7	68	759,50	+20,0	57	759,14	+21,2	52	759,64	+13,7	71	+21,2	+ 9,9	Très-nuageux.	N. O.
22	758,27	+17,6	82	757,40	+21,5	74	756,05	+20,7	78	754,20	+16,2	84	+21,5	+13,0	Couvert	O.
23	757,63	+16,9	72	758,25	+19,0	61	758,33	+20,0	59	758,45	+15,5	79	+20,0	+10,7	Nuageux.	O.
24	757,25	+20,6	78	757,66	+22,7	73	758,65	+22,5	72	761,30	+16,8	82	+22,8	+16,0	Très-nuageux.	O. S. O.
25	763,08	+19,2	64	763,14	+20,6	65	762,48	+22,1	62	761,84	+17,4	82	+22,1	+13,2	Couvert.	O.
26	761,80	+20,0	63	761,59	+23,7	63	761,20	+22,2	62	749,46	+18,4	80	+23,6	+14,5	Nuageux.	O.
27	757,05	+24,9	62	755,74	+28,6	59	753,82	+29,2	52	751,90	+22,0	80	+29,2	+14,0	Beau.	S. E.
28	756,57	+19,0	75	757,00	+22,2	55	757,40	+22,0	51	760,23	+17,2	78	+22,2	+16,5	Nuageux.	O. S. O.
29	762,38	+19,7	73	762,60	+24,2	56	762,78	+23,7	55	763,80	+17,9	71	+24,2	+12,7	Très-nuageux.	N. O.
30	763,98	+20,7	63	763,70	+24,2	55	762,44	+25,0	53	762,36	+20,1	74	+25,0	+12,4	Quelques nuages.	E. N. E.
1	760,29	+21,0	65	759,93	+23,3	55	759,33	+24,3	52	759,68	+20,0	67	+24,3	+14,0	Moyennes du 1 au 10.	
2	756,05	+21,9	71	755,88	+24,3	62	755,07	+24,7	59	755,40	+18,9	76	+25,2	+15,2	Moyennes du 11 au 20.	
3	759,73	+19,7	70	759,66	+22,7	62	759,23	+22,7	60	758,32	+17,5	78	+23,2	+13,3	Moyennes du 21 au 30.	
	758,69	+20,9	68	758,49	+23,4	59	757,87	+23,9	57	757,79	+18,6	71	+24,3	+14,1	Moyennes du mois + 19,2.	

Second Mémoire *sur l'Asphyxie.*

Par M. Edwards, Docteur en Médecine.

(Lu à l'Académie des Sciences le 1er juin 1818.)

De l'Influence de la température dans l'asphyxie des Batraciens.

Je me suis proposé d'étudier l'asphyxie dans les animaux vertébrés afin d'en mieux apprécier les effets chez l'homme, et j'ai commencé mes recherches par la famille des batraciens. Dans un premier Mémoire, j'ai traité de l'asphyxie de ces animaux dans l'air, dans l'eau, dans les corps solides et dans le vide. Les expériences que j'ai faites sur ces quatre modes mènent à des considérations nouvelles sur l'influence de l'air et de l'eau sur l'économie de ces animaux, et à la connaissance de conditions physiques de la transpiration qui avaient jusqu'ici échappé aux physiologistes.

Dans mon premier travail, je n'ai considéré aucune des circonstances qui pouvaient faire varier les effets que j'ai obtenus. Ces conditions ont une si grande influence à cet égard que si l'on répétait mes expériences sans en tenir compte, l'on pourrait parvenir à des résultats contraires; car, en supprimant la respiration de la même manière chez ces animaux, on produit des effets très-différens et même opposés.

Ce sont ces causes de variation que j'entreprends d'examiner, et que j'ai cherché à déterminer par la voie

de l'expérience. Ces recherches exigeaient un terme de comparaison qui pût être regardé comme fixe. Ainsi, pour déterminer les causes qui pouvaient faire varier les effets de l'asphyxie par submersion dans l'eau, j'ai multiplié mes recherches dans des circonstances analogues, afin de m'assurer si je pourrais reproduire à volonté les mêmes effets dans les mêmes limites, et m'en servir ensuite comme terme de comparaison.

Dans cette vue, j'ai fait, dans les mois de juillet et de septembre 1816, quarante-deux expériences sur la submersion des grenouilles dans l'eau aérée, pour constater combien la durée de leur existence pourrait se prolonger dans ce liquide.

La température moyenne du mois de juillet était de 15°.6, et en septembre de 14°.1. L'eau aérée dont je me suis servi a varié de 17 à 15°. J'en remplis des verres de la capacité d'un décilitre, et je les renversai sur des soucoupes.

Je terminai l'expérience dès que l'animal ne présenta plus aucun mouvement dans l'eau lorsqu'il était pincé.

Les durées de l'existence de ces animaux, dans les quarante-deux expériences que j'ai faites pendant ces deux mois, ont varié d'une heure à deux heures vingt-sept minutes. Dans le cours de ces expériences, les mêmes durées extrêmes s'y sont reproduites, à quelques minutes près, tous les jours. En comparant le terme moyen des expériences de juillet avec celui des expériences du mois de septembre, on trouve que les résultats sont très-approximatifs. Le terme moyen pour le

mois de juillet est d'une heure 37 minutes, et pour le mois de septembre d'une heure 45 minutes.

Pour commencer à étudier les causes qui peuvent faire varier la durée de la vie des grenouilles plongées dans l'eau, j'ai recherché les effets de la température, dont l'influence est si puissante sur l'économie animale.

Spallanzani et quelques autres naturalistes ont déjà remarqué que les grenouilles submergées dans l'eau vivaient plus long-temps en hiver qu'en été. Comme ils n'ont pas fait de recherches spéciales sur ce sujet, j'ai voulu éclaircir davantage cette question. C'est pourquoi j'ai fait les expériences suivantes concurremment avec les précédentes, afin que la seule différence appréciable fût la température dont je voulais étudier les effets.

L'eau de la Seine étant à 17°, je la refroidis au moyen de la glace, et je la maintins à dix degrés. De deux grenouilles qui y furent plongées, l'une y vécut 5 heures 50 minutes, et l'autre 6 heures 15 minutes : ce qui est près du double de la plus grande durée obtenue dans les quarante-deux expériences précédentes. Ayant ensuite porté la température à zéro, et la maintenant à-peu-près à ce terme, j'y submergeai huit grenouilles, qui n'y moururent qu'au bout de 6 heures 7 minutes et 8 heures 18 minutes : ce qui fait plus du triple de la durée de mes premières expériences.

On voit donc que la plus grande durée de l'asphyxie dans l'eau à 16° ou 17° est plus que doublée dans de l'eau à 10°, et qu'à la température de zéro la même durée peut être plus que triplée.

Puisque, dans cette échelle, la durée de la vie des grenouilles a été inverse de la température, il était

intéressant de déterminer quel serait l'effet des températures ascendantes, à partir de 17°. L'air était à 20; je plongeai quatre grenouilles dans de l'eau aérée dont j'avais élevé la température à 22° : elles n'y vécurent que de 70 à 35 minutes.

On remarquera que la plus longue et la plus courte durée sont à-peu-près la moitié des durées extrêmes dans les expériences précédentes, qui ont été faites à 15 ou 17 degrés.

Je submergeai ensuite trois grenouilles dans de l'eau que j'avais portée à 32°, c'est-à-dire, à une température plus élevée de 10 degrés que dans l'expérience précédente : elles n'y vécurent que de 32 à 12 minutes. Ainsi, en comparant les plus grandes et les plus petites durées de l'asphyxie à la température de 32°, aux limites correspondantes de l'asphyxie à 22°, on verra que la durée de la vie a diminué à-peu-près de moitié dans l'une de ces limites, et de deux tiers dans l'autre.

En portant ensuite la température à 42° centigrades, les grenouilles y trouvent pour ainsi dire une mort subite. Dans dix expériences, elles y ont vécu de quelques secondes à 2 minutes.

Il est remarquable que la température à laquelle les grenouilles cessent de vivre dans l'eau soit à-peu-près celle qui est naturelle aux animaux à sang chaud.

Si donc, dans une saison semblable à celle où j'ai fait mes expériences, on prend pour limites, d'une part, la température de l'eau à zéro, et, d'autre part, celle de l'eau à 42°, on verra que la vie des grenouilles qu'on y plonge va toujours en diminuant avec l'élévation de tem-

pérature, jusqu'à ce qu'elles y meurent presque subitement à 42°.

Des effets aussi opposés, produits par des températures si voisines, méritent de fixer un instant l'attention.

Une température près de zéro est éminemment favorable à la vie des grenouilles plongées sous l'eau; mais que l'on ne croie pas qu'elles s'y engourdissent, et que ce soit la raison pour laquelle leur existence y est prolongée. Le degré de froid qui a lieu à zéro ne les engourdit pas dans l'eau. Elles y sont moins agiles à cette température; mais elles y exercent des mouvemens volontaires et jouissent de l'usage de leurs sens.

A mesure que l'on élève la température, on voit un petit nombre de degrés produire, à une chaleur tempérée, des décroissemens considérables dans l'existence de ces animaux. On voit aussi leur agilité augmenter jusqu'à ce qu'enfin elle devienne très-grande au degré où la température leur est si promptement fatale.

Les crapauds soumis aux mêmes expériences m'ont donné des résultats analogues. Les mêmes limites de température et les degrés intermédiaires produisent sur eux des effets à-peu-près semblables.

On pourrait être disposé à croire que, dans les climats chauds, les batraciens vivent dans l'eau dont la température s'élèverait quelquefois à 40 ou 42°. Mais en le supposant, ce fait ne serait pas en opposition avec les expériences que je viens de rapporter. Les circonstances seraient bien différentes. Dans un cas, les animaux auraient la liberté de respirer; dans l'autre, ils en étaient privés. J'ai déterminé la température à laquelle ils périssent promptement lorsqu'ils sont plongés sous l'eau,

et par conséquent sans communication avec l'air de l'atmosphère. J'ai examiné l'influence de la température sur ces animaux asphyxiés dans l'eau, et non pas son action dans les cas où ils auraient la liberté de respirer. C'est une question différente et que j'examinerai dans la suite, mais qui ne doit pas nous occuper maintenant.

Je ferai la même remarque relativement à l'influence de la limite opposée de la température, c'est-à-dire, de l'eau à zéro, qui a été la plus favorable à la vie des animaux qui y étaient plongés; car on pourrait m'objecter que ce n'est pas cette température de l'eau qu'ils recherchent en hiver; mais il s'agit ici d'asphyxie, c'est-à-dire, de ce qui se passe hors du contact de l'air.

Je ferai voir dans la suite le rapport qu'il y a entre ces phénomènes et le genre de vie de ces animaux en hiver.

Quant aux différences que la température peut amener dans la quantité d'air contenu dans l'eau, j'en fais abstraction jusqu'à ce que j'examine d'une manière spéciale toute l'influence qui peut résulter de la présence ou de l'absence de l'air dans l'eau.

Dans les expériences que j'ai faites sur l'influence des diverses températures de l'eau depuis zéro jusqu'à 42°, la température moyenne de l'air était de 15 à 14°; celle des grenouilles n'était supérieure à la température de l'atmosphère, au moment de l'expérience, que d'environ un degré et demi ou deux degrés.

On sait que c'est un caractère des animaux à sang froid de suivre les variations de température extérieure et d'en différer très-peu. Or, on pourrait me demander si les

changemens brusques de température que j'ai fait subir à ces animaux, en les plongeant dans l'eau à des degrés élevés, ne sont pas plutôt la cause de leur mort que cette élévation même de température, puisque le plus haut degré de cette chaleur pourrait être regardé comme modéré, ne surpassant guère celui de notre sang.

Cette question est importante et exige qu'on l'examine de suite; car elle ne tendrait à rien moins qu'à renverser des résultats qui doivent servir de base à d'autres travaux. Mais ces expériences mêmes prouvent le contraire; car si le passage subit à des températures plus élevées a été nuisible, les transitions également brusques dans l'échelle descendante ont été favorables à la vie de ces animaux.

Les transitions brusques ne sont donc pas la cause des effets nuisibles des élévations de températures, et c'est à l'augmentation de la chaleur qu'il faut principalement rapporter les effets. Mais de savoir si des transitions insensibles n'apporteraient pas des modifications dans ces résultats est une question qui tient à l'influence de l'habitude sur les effets de la température. Comment l'habitude peut agir en pareil cas est un objet intéressant de recherches qui nous occupera lorsque nous traiterons, dans une autre occasion, de l'influence de cette condition importante.

A peine avons-nous fait les premiers pas dans ces recherches expérimentales en nous occupant d'une question en apparence de la plus grande simplicité, qu'il s'est présenté une foule de considérations qui viennent la compliquer, telles que l'influence du climat, la manière de vivre de ces animaux, l'action de l'air contenu dans

l'eau, et ses rapports avec la chaleur, et l'effet de l'habitude en rapport avec la température. Il n'y a pas une seule de ces conditions qui ne renferme des élémens nombreux et compliqués dont chacun n'exerce une influence particulière et réciproque.

Pour pouvoir rapporter les effets à leurs causes dans des expériences où les conditions qui influent sur les résultats sont si compliquées, il faut, autant que possible, n'en faire varier qu'une seule, les autres restant les mêmes, et les combiner ensuite à mesure qu'on avance dans l'appréciation de chaque condition.

C'est ainsi que j'ai d'abord considéré la température en la faisant varier, tandis que toutes les autres conditions étaient, autant que possible, les mêmes.

Nous avons, par ce moyen, obtenu une échelle de température depuis zéro jusqu'à 42°, avec les durées correspondantes de la vie des animaux plongés dans l'eau. Dans cette série d'expériences, la température seule de l'eau a changé ; tout d'ailleurs était semblable : même quantité d'eau aérée, même mode d'expérimenter, même température le jour de l'expérience, même saison. Or, en faisant les mêmes expériences, mais en ne variant qu'une de ces conditions, on ajoutera l'appréciation d'une nouvelle cause à celle qui a été déjà déterminée.

Parmi les conditions que je viens d'indiquer, la saison est celle qui devrait présenter le plus d'intérêt, et qui, en général, doit influer le plus sur l'économie animale. Or, en répétant les expériences précédentes dans des saisons différentes, on parviendra à apprécier l'influence des saisons.

On se rappelle qu'aux mois de juillet et de septembre,

les grenouilles vivaient d'une heure à deux heures vingt-sept minutes dans de l'eau aérée à 15° ou 17°. J'ai voulu déterminer combien elles vivraient au commencement de novembre : toutes les conditions étaient les mêmes, excepté la saison.

Le 7 novembre 1817, je me servis du même appareil que dans les expériences précédentes; je mis dix grenouilles dans de l'eau aérée dont j'eus soin d'élever et de maintenir la température à 17°, la même que dans les expériences de juillet et de septembre. Il en est résulté que, dans cette saison, la vie des animaux a varié de 2 heures 5 minutes à 5 heures 35 minutes : ce qui fait plus du double de la durée de la vie de ces animaux, en été, dans de l'eau au même degré. Toutes les circonstances ayant été les mêmes, excepté la saison, on doit attribuer à cette cause la différence des résultats. C'est en automne que cette dernière expérience a eu lieu, et l'on voit que cette saison a considérablement prolongé la vie des grenouilles dans de l'eau au même degré qu'en été.

Mais sous quel rapport la saison a-t-elle pu produire cet effet? Car les saisons présentent une variété de causes qui peuvent agir sur l'économie animale. La température, l'intensité de la lumière, le poids de l'atmosphère, le degré d'humidité ou de sécheresse de l'air, ses mouvemens, son état électrique; voilà les principales influences atmosphériques. D'autres causes en rapport avec les saisons peuvent dépendre du genre de vie de ces animaux. Il s'agit maintenant de démêler, dans cette foule de causes, celle à laquelle doit se rapporter en tout ou en partie la différence qui a résulté des

expériences faites sur les grenouilles en été et en automne.

Parmi les influences atmosphériques, nous commencerons par élaguer celles dont les physiciens ne tiennent pas un compte exact, telles que l'intensité de la lumière et l'électricité. Ce n'est pas qu'il faille les regarder comme nulles parce qu'elles ne sont pas appréciées; mais nous devons en faire abstraction jusqu'à ce que nous en connaissions la mesure. Les variations du poids de l'atmosphère ne peuvent pas manquer d'influer sur l'économie animale. Aussi, dans mon premier Mémoire sur l'Asphyxie, ai-je déterminé un des principaux résultats de cette cause, en appréciant l'effet de la raréfaction de l'air sur la transpiration; mais quelle que soit l'action des pressions variées de l'air, elle peut être regardée comme nulle dans les expériences qui nous occupent; car la pression moyenne a peu varié dans les deux saisons où j'ai fait ces expériences; et quand même elle eût différé beaucoup, elle ne saurait guère s'étendre à des animaux qui vivent habituellement dans un élément qui n'est pas susceptible de compression.

L'état hygrométrique de l'air est une autre condition qui modifie la vie. J'ai fait voir, dans une autre occasion, la grande influence qu'il exerce sur les batraciens qui séjournent dans l'air; mais on doit la regarder comme nulle lorsqu'ils peuvent habiter l'eau. Par une raison analogue, je ferai également abstraction des vents. Il ne nous reste donc de toutes les influences atmosphériques que nous avons énumérées que celle de la température; mais elle n'a pu agir sur les animaux pendant la durée de l'expérience; car ils étaient plongés dans de l'eau qui

a été maintenue au même degré dans les deux saisons : la température actuelle de l'air ne pouvait donc pas avoir d'influence. Il n'en est pas de même de la température qui a précédé l'expérience pendant un certain espace de temps. Les eaux peu profondes que les grenouilles habitent ne tardent pas à suivre les températures de l'air et à en approcher plus ou moins. Ces animaux ont donc pu être modifiés par la température de la saison un certain temps avant l'expérience. C'est sous ce point de vue que nous devons examiner ici les effets des saisons sur les batraciens. Les grenouilles soumises aux expériences du mois de juillet avaient été, durant le mois précédent, sous l'influence d'une température moyenne de l'air de 14°,8. Celles qui m'ont servi au mois de septembre avaient éprouvé pendant le mois d'août l'effet d'une température moyenne de 15°,5 ; différence peu considérable. Aussi la durée de la vie de ces animaux plongés dans l'eau au même degré a peu différé dans les deux ; mais les grenouilles que j'asphyxiai le 7 novembre dans de l'eau au même degré que dans les autres expériences, avaient été soumises pendant le mois précédent à une plus basse température, dont la moyenne était de 7°,3. Il en est résulté ce fait remarquable que ces animaux ont pu vivre, dans cette saison, le double de ce qu'ils ont vécu en été dans de l'eau au même degré. En supposant ce fait constant, et l'on aura l'occasion de s'en assurer dans la suite de ce Mémoire, il s'est donc opéré un changement considérable dans la constitution de ces animaux qui prolonge beaucoup leur existence dans l'eau.

Si l'on était en droit d'attribuer cet effet à la tempé-

rature antérieure de l'air pendant un certain espace de temps avant l'expérience, on serait arrivé à apprécier un des élémens les plus importans dans l'influence des saisons.

S'il fallait choisir parmi les influences atmosphériques connues, j'ai fait voir que c'est la seule à laquelle on puisse rapporter cet effet. Mais la manière de vivre de ces animaux dans cette saison pourrait avoir produit ce changement dans leur constitution, ou peut-être d'autres causes inconnues qui influent sur la vie.

Quand même on négligerait de les rechercher et d'en apprécier les effets, il est un moyen de constater si la température de l'air antérieure à l'expérience exerce réellement une influence sur le résultat. Il consiste à déterminer par des expériences variées si la durée de la vie de ces animaux suit toujours les changemens dans la température de l'air antérieure à l'expérience. Si les résultats correspondent toujours à l'état de la température antécédente de l'air, il faudra nécessairement les rapporter à cette cause. Nous allons donc continuer les expériences à des températures différentes en automne et en hiver, et en comparer les résultats avec les précédens.

Le 23 novembre 1817, l'eau et l'air étant à 10°, et la température moyenne de ce mois ayant été à-peu-près de même, je mis cinq grenouilles dans l'eau à ce degré. Dans cette circonstance, elles y vécurent de 5 heures 10 minutes à 11 heures 40 minutes : ce qui est le double de la durée de leur vie dans de l'eau au même degré en été.

Ces nouveaux résultats sont frappans et prouvent la

dépendance qui existe entre la vie des grenouilles sous l'eau et la température antécédente de l'air. Les expériences faites dans les deux saisons établissent deux faits remarquables : 1° l'influence de la température de l'eau dans laquelle ces animaux sont plongés ; 2° l'influence de la température de l'air pendant un certain nombre de jours avant l'expérience. On peut même évaluer l'influence relative de ces deux causes. Lorsqu'une seule change, elle produit à-peu-près le même effet, quelle que soit celle des deux conditions qui varie. Il suit de là que lorsqu'on réunit les deux influences analogues à-la-fois, l'effet est double. C'est pourquoi, dans cette dernière expérience, l'eau étant à 10°, ainsi que la température antérieure de l'air, on obtient une durée double de ce qui a lieu lorsque l'eau seulement, ou la température précédente de l'air, est seule à 10°, comme il est arrivé dans les expériences précédentes. Voilà ce qui a lieu lorsque la température n'est pas plus basse que 10 degrés. Mais il serait intéressant de déterminer si l'influence de la température antérieure de l'air s'arrête à ce terme, ou si elle va en augmentant jusqu'à zéro, en suivant des rapports à-peu-près semblables.

Pour décider cette question, je fis les expériences suivantes :

Le 22 décembre de la même année, la température de l'air ayant été près de zéro depuis vingt jours, je mis trois grenouilles dans de l'eau à 10 degrés : elles y vécurent de 20 à 24 heures. Ainsi, l'influence de la température antérieure de l'air s'est manifestée encore, dans cette occasion, d'une manière frappante ; car, si l'on compare cette durée avec celles des expériences

faites, en automne et en été, dans de l'eau au même degré, on verra une progression remarquable correspondante aux températures précédentes de l'air.

Les durées de la vie des grenouilles dans de l'eau à 10 degrés étaient, en novembre, doubles de celles qui eurent lieu en été ; et en décembre, les résultats furent doubles de ceux qu'on avait obtenus en automne.

Tel est l'effet de l'abaissement de la température de l'air jusqu'à zéro pendant vingt jours avant l'expérience où l'eau a été à 10°. Si les conséquences que nous avons tirées des expériences précedentes sont justes, on devrait, en réunissant la température précédente de l'air à zéro, et celle de l'eau également à zéro, pendant l'expérience, obtenir un bien plus grand effet, qui devrait être au moins du double du précédent si les mêmes causes agissent ici dans la même proportion. Pour vérifier cette conjecture, je fis l'expérience suivante :

Le 23 décembre, la température de l'air étant à zéro, et ayant été à-peu-près à ce degré depuis le commencement du mois, je mis quatre grenouilles dans de l'eau également à zéro, en me servant du même appareil et des mêmes quantités d'eau que dans les expériences précédentes. Dans cette nouvelle condition, elles vécurent de 24 à 60 heures, qui sont au moins le double de la durée précédente.

Cette expérience a donc pleinement confirmé la conclusion que je cherchais à vérifier ; mais comme un résultat pareil a besoin d'être répété pour être regardé comme constant, je dirai, pour ne laisser aucun doute à cet égard, que je ne me suis pas contenté de répéter

souvent la même expérience pendant un hiver, mais que j'ai obtenu le même résultat deux années de suite.

Il suit de ce qui précède que l'influence de l'abaissement de la température de l'air qui a subsisté un certain nombre de jours avant l'expérience s'étend jusqu'au terme de zéro ; mais on sent bien que c'est ici la limite inférieure de cette influence, puisque les animaux qui habitent l'eau sont, par la nature même de ce liquide, à l'abri d'un plus grand abaissement de température. Si, par un plus grand froid, l'eau où ils séjournent venait à se geler, ils se trouveraient dans une condition différente qui doit être examinée à part, et qui appartient à l'asphyxie considérée dans les corps solides.

Il était intéressant de savoir si l'influence de la température antérieure de l'air se ferait sentir dans la durée de la vie des batraciens plongés dans de l'eau élevée à de plus hautes températures. Je cherchai donc à déterminer si le terme de 42°, qui était celui où les batraciens périssent presque subitement en été, ne serait pas reculé en faisant la même expérience sous l'influence d'une température antécédente beaucoup plus basse que celle de cette saison ; c'est pourquoi, le 30 octobre, la température moyenne de l'air ayant été à 7° pendant tout le mois, je mis six grenouilles dans de l'eau chauffée à 42° et maintenue à ce terme. Mais elles vécurent sensiblement le même temps que dans les expériences analogues que je fis en été, c'est-à-dire, d'une à deux minutes.

Je fis la même expérience le 23 décembre, lorsque la température de l'air pendant tout le mois avait été voisine de zéro, et j'eus le même résultat. Ainsi, la même limite de la température de l'eau sert de terme à l'exis-

tence des grenouilles dans diverses saisons, quelle que soit la température précédente de l'air. J'ai répété les expériences sur les crapauds et les salamandres avec les mêmes résultats.

Je me bornerai, dans ce Mémoire, à ces expériences sur la température. Les faits qu'elles constatent serviront à éclairer ce qui se passe chez les mêmes animaux placés dans d'autres conditions. Bien d'autres questions relatives à la température se présenteront dans la suite, à mesure que nous avancerons dans l'examen de chaque cause capable d'influer sur l'économie animale et dans l'étude de la combinaison de ces causes.

Il résulte des expériences que j'ai rapportées dans ce Mémoire que la température influe de deux manières sur la durée de la vie des batraciens plongés dans l'eau, 1° par la température de ce liquide; 2° par la température de l'air pendant un certain nombre de jours avant l'expérience.

Relativement à la température de l'eau, il résulte que les limites de l'existence des batraciens plongés dans ce liquide correspondent à zéro et à 42 degrés centigrades;

Que la plus longue durée de leur vie y a lieu à zéro, et qu'ils y meurent presque subitement à 42°;

Qu'entre ces limites leur vie va en diminuant avec l'élévation de la température de l'eau, et qu'un petit nombre de degrés, même à des températures moyennes, y produit de grandes différences dans la durée de la vie de ces animaux;

Qu'ils ne sont point engourdis dans de l'eau à zéro; mais que leur agilité augmente avec l'élévation de la température de l'eau.

Relativement à l'influence des températures de l'air qui ont précédé l'expérience, il résulte :

Que plus la saison approche de zéro, pendant un certain espace de temps avant l'expérience, plus la durée de la vie de ces animaux est grande lorsqu'ils sont plongés dans de l'eau à des degrés intermédiaires entre 17° et zéro;

Que l'influence de la saison ne s'étend pas à des batraciens plongés dans l'eau à 42°;

Que la durée de l'existence de ces animaux plongés sous l'eau, entre 17° et zéro, dépend du rapport qui existe entre les deux conditions énoncées plus haut, c'est-à-dire, entre la température de l'air pendant un certain temps avant l'expérience, et celle de l'eau durant l'expérience;

Que l'influence des deux conditions réunies est d'autant plus grande que la température est plus basse dans l'un et l'autre cas jusqu'à zéro.

Dans le Mémoire suivant, j'examinerai l'influence de l'air contenu dans l'eau.

EXAMEN *chimique des tubercules de la Gesse tubéreuse* (Lathyrus tuberosus).

Par HENRI BRACONNOT.

CES tubercules, connus aussi sous les noms de *macjon*, *méguson*, *gland de terre*, *anette*, croissent assez abondamment parmi nos moissons, où ils sont recueillis et portés au marché pour l'usage de la table. Selon Miller, ils font l'objet d'une culture particulière dans la Hollande; mais

il ne paraît pas que cette culture ait été tentée en France, malgré la recommandation de Parmentier. C'est surtout dans ces derniers temps que l'utilité de ces tubercules s'est plus fait sentir; c'est ce qui m'a déterminé à les soumettre à quelques expériences.

500 grammes de macjon, préalablement bien lavés dans l'eau et frottés avec une brosse pour enlever la terre qui pouvait se trouver à leur superficie, ont été, à l'aide d'une râpe fine, réduits en une pulpe qui exhalait un principe pénétrant analogue à celui des renonculacées, et susceptible de passer à la distillation avec de l'eau, en lui communiquant une saveur nauséabonde, mais sans âcreté. Cette pulpe ayant été soumise à une forte expression, il en est sorti un liquide lactiforme; le marc, pilé plusieurs fois avec de l'eau, a été exprimé comme la première fois; les liqueurs réunies ont laissé déposer par le repos de l'amidon; celui-ci, desséché, pesait 59,7 grammes; il était sensiblement semblable à celui des pommes de terre. Le marc, également desséché et du poids de 51 grammes, retenait encore une quantité d'amidon. On l'a fait bouillir avec beaucoup d'eau, et il ne pesait plus, après la dessiccation, que 36 grammes, qui m'ont paru une combinaison de matière fibreuse et d'amidon, et qui se sont réduits à 25,2 grammes de fibre ligneuse par l'ébullition dans l'acide hydrochlorique étendu d'eau; d'où il résulte que les 500 grammes de macjon contiennent 84 grammes d'amidon, abstraction faite de 1,5 gramme d'un sel calcaire que l'acide hydrochlorique a enlevé à la fibre ligneuse, et qui a été précipité de la liqueur acide par l'ammoniaque. Ce sel, exposé au feu, s'est converti en sous-carbonate de chaux

retenant quelques traces de phosphate. Traité par l'acide sulfurique affaibli, aidé de la chaleur, puis par l'alcool, il a fourni des cristaux d'acide oxalique : c'était donc de l'oxalate de chaux.

Les 25,2 grammes de fibre ligneuse brûlés n'ont laissé que 0,2 gramme de cendres, presque entièrement formées de carbonate de chaux, de sable et de quelques indices de phosphate de chaux.

Examen du suc de macjon.

Ce suc, réuni aux eaux de lavage du marc, était trouble, même au bout de plusieurs jours, après avoir déposé tout l'amidon qu'il retenait; il passait très-difficilement par le filtre : exposé à la chaleur de l'ébullition, il s'en est séparé une masse caséiforme que la filtration a aisément séparée de la liqueur; ce coagulum albumineux était blanc, abondant; bien lavé et desséché, il pesait 15 grammes : nous y reviendrons bientôt.

Le suc, ainsi coagulé, était limpide, jaunâtre, sucré; il rougissait la teinture de tournesol, précipitait l'acétate de plomb, le persulfate de fer, l'infusion de noix de galle, le nitrate de baryte et le nitrate d'argent.

Le vinaigre ainsi que les autres acides n'ont point produit de changement; d'où il suit qu'il ne contient point de glycyrrhizine : évaporé en consistance de sirop épais et abandonné long-temps dans un lieu frais, il n'a point fourni de cristaux d'asparagine, quoique ces deux principes immédiats aient été trouvés dans d'autres plantes de la famille du macjon. Ce sirop était très-sucré; exposé à la chaleur d'une étuve, il a fourni une assez grande quantité de sucre cristallisé, et, au bout

de quinze ou vingt jours, lorsque la cristallisation n'a plus paru faire de progrès, on a obtenu une masse sucrée du poids de 55 grammes; elle a été délayée avec une petite quantité d'alcool affaibli, et on a soumis le tout à une forte expression dans un nouet de toile; il est resté une cassonade fauve, laquelle, desséchée, pesait 18,5 grammes : redissoute dans l'eau et soumise de nouveau à la cristallisation, il en est résulté des cristaux parfaitement prononcés en prismes quadrilatères terminés par un sommet à deux faces; la forme de ce sucre est semblable à celle du sucre de canne; ses autres propriétés sont aussi parfaitement identiques avec ce dernier.

Le liquide sirupeux provenant de l'expression de la masse sucrée cristallisée, traité par l'alcool affaibli, contenait encore beaucoup de sucre dans un état de combinaison avec une matière animalisée qui l'empêchait de cristalliser : rapproché en consistance de miel, il a montré peu de disposition à se dissoudre dans l'alcool froid; après qu'on l'a eu fait bouillir plusieurs fois avec celui-ci, il en a dissous la plus grande partie; mais les liqueurs alcooliques ont laissé déposer par le refroidissement un sirop brun très-sucré, incristallisable, résultant d'une combinaison de sucre et de matière animalisée : le liquide alcoolique surnageant contenait aussi la même combinaison, mais avec un excès de sucre que l'on a obtenu par cristallisation. Je suppose qu'on peut évaluer la quantité de sucre contenue dans les 500 grammes de macjon à environ 30 grammes; cependant je n'ai pu obtenir toute cette quantité à l'état de cristaux. Ayant observé que le persulfate de fer précipitait plusieurs

substances azotées, ainsi que les gommes (1), j'espérais qu'à l'aide de ce sel je pourrais parvenir à isoler entièrement le sucre de la matière animalisée; en conséquence, après avoir étendu cette combinaison avec une petite quantité d'eau et d'alcool, j'y ai versé du sulfate de fer rouge qui y a en effet formé un *magma* abondant; le liquide qui en est sorti était presque entièrement décoloré : il a fourni par l'évaporation (après en avoir séparé par l'eau de baryte le sulfate de fer qu'il pouvait retenir) des cristaux de sucre, mais encore embarrassés de matière animalisée.

L'extrait de macjon ayant été épuisé par l'alcool bouillant, il est resté un résidu qui s'est redissous dans l'eau,

---

(1) Si dans une dissolution de gélatine on verse du sulfate de fer rouge, il en résulte un *magma* extrêmement abondant; bien lavé et desséché, il est transparent et d'une couleur rouge de grenat. C'est une combinaison de gélatine et de persulfate de fer. Peut-être ce sel acerbe pourrait-il, dans quelques circonstances, remplacer d'autres astringens dans le tannage. Lorsqu'on verse du persulfate de fer dans une dissolution de gomme arabique, le mélange se prend presque aussitôt, par l'agitation, en une masse coagulée gélatineuse, laquelle, lavée avec beaucoup d'eau et exprimée dans un linge, est d'une couleur orangée. Cette combinaison de persulfate de fer et de gomme insoluble dans l'eau froide se décompose et se dissout presque en totalité dans l'eau bouillante, qui en sépare la plus grande partie de la gomme unie à du persulfate de fer, tandis qu'il se sépare un léger sédiment de sous-persulfate de fer retenant aussi de la gomme : la même combinaison se dissout aussi facilement et en totalité dans l'eau de potasse, ainsi que dans les acides faibles, tels

à l'exception d'un sédiment de phosphate de chaux sali par une matière colorante et du poids de 0,4 grammes. La liqueur, évaporée à siccité, n'a laissé que 2,5 grammes d'une matière brune-rougeâtre, d'une saveur agréable analogue à celle des noix, et dont la dissolution était précipitée abondamment par l'infusion de noix de galle et par le sulfate de fer. Cette matière, brûlée dans un creuset d'argent, a répandu une fumée fétide qui a rappelé au bleu le papier rougi par le tournesol, et a laissé 0,5 gramme d'une cendre composée de : phosphate de chaux 0,08 gramm., sulfate de potasse 0,22 gramm., sous-carbonate de potasse et phosphate de potasse environ 0,2 gramm.

Je n'ai pu obtenir isolément la matière animalisée soluble dans l'eau, puisque, d'une part, elle était unie à

---

que le vinaigre, le vin. Une partie de gomme arabique dissoute dans mille parties d'eau n'a point été précipitée par le persulfate de fer au moment du mélange; mais, vingt-quatre heures après, il s'est formé un dépôt grumeleux très-sensible de sous-persulfate de fer combiné avec la gomme. Il paraîtrait que la gomme est souvent nuisible dans la préparation de l'encre, surtout lorsqu'au lieu de l'ajouter après avoir fait le mélange d'infusion de noix de galle et de sulfate de fer peroxidé, on l'unit d'abord avec ce dernier, comme cela arrive le plus ordinairement : alors il se forme un dépôt atramentaire plus ou moins abondant, qui finit par empêcher l'encre de couler, et qu'on est toujours obligé de séparer par le repos. Il est vrai qu'on remédie jusqu'à un certain point à cet inconvénient lorsqu'au lieu d'eau on emploie pour véhicule de l'encre, ainsi que quelques recettes le prescrivent, du vinaigre ou du vin.

du sucre, et devenait, à cause de ce dernier, soluble dans l'alcool bouillant; et de l'autre, elle retenait plusieurs sels qu'il était difficile d'en séparer sans lui faire éprouver d'altération. Je n'ai donc point de données suffisantes pour en fixer la quantité absolue. Je suppose qu'elle peut être évaluée environ à 15 grammes.

Puisque la cendre provenant de la combustion des 2,5 grammes de cette matière animalisée contenait du sous-carbonate de potasse, il était présumable que cet alcali saturait au moins en partie un acide végétal détruit par le feu. Pour constater sa nature, j'ai versé de l'acétate de plomb dans le suc provenant de 500 grammes de macjon préalablement clarifié par l'ébullition; il en est résulté un précipité blanc, lequel, bien lavé, a été délayé dans un peu d'eau, puis décomposé par un courant de gaz hydrogène sulfuré : on a obtenu un acide qui, rapproché en consistance de sirop, a été traité par l'alcool, qui en a séparé de la matière animalisée.

Cet acide, exposé pendant plusieurs jours dans un air chaud, n'a point cristallisé; il était très-aigre et poissant, et n'a point formé de sel acidule peu soluble avec la potasse; présenté sur une pointe d'argent à la flamme du chalumeau, il a brûlé en laissant un résidu vitreux fondu, contenant de l'acide phosphorique. Pour séparer ce dernier de l'autre acide combustible avec lequel je le supposais mélangé, j'ai délayé la masse poissante acide avec un léger excès d'eau de chaux; il s'est formé un précipité floconneux, lequel, rassemblé sur un filtre, avait un aspect gélatineux; desséché, il pesait près de 0,4 gramme de phosphate de chaux presque pur. La liqueur, évaporée, a laissé déposer, surtout vers la fin, 0,5 gramme

d'un sédiment blanc floconneux, soluble sans efferves-cence dans les acides.

Une portion de ce sédiment chauffé au rouge a noirci et a laissé du carbonate de chaux qui s'est dissous avec vive effervescence dans l'acide nitrique; mais il n'était pas pur; car l'ammoniaque a formé dans la disso-lution un léger précipité de phosphate de chaux. Une autre portion du même sédiment, décomposée avec un peu d'acide sulfurique affaibli, puis traitée par l'alcool, a donné un acide incristallisable, attirant l'humidité de l'air, formant avec l'acétate de plomb un précipité blanc floconneux, entièrement soluble dans l'acide nitrique affaibli, et presque entièrement dans le vinaigre distillé. Chauffé avec un peu de carbonate de chaux, il le dissout avec effervescence en produisant un sel acidule qui, des-séché, ressemblait à une gomme. Cet acide végétal était, à ce qu'il paraît, de l'acide malique retenant encore de l'acide phosphorique, de la chaux et une matière ani-malisée.

Examen du coagulum *albumineux formé par l'ébullition dans le suc de macjon.*

Ce coagulum desséché était, ainsi que nous l'avons dit, du poids de 15 grammes : dans cet état, il était d'une couleur brune : réduit en poudre, il a été traité à différentes reprises par l'alcool bouillant, et il est resté un résidu qui avait toutes les propriétés de l'albumine. Les liqueurs réunies et filtrées se sont troublées par le refroidissement, et ont laissé déposer un sédiment ana-logue à l'adipocire et du poids d'environ 0,15 gramme : l'alcool avait pris une couleur brunâtre ; il a été distillé

pour en recueillir la plus grande partie; l'évaporation achevée dans une capsule a laissé une matière grasse qui a été lavée avec de l'eau chaude pour en séparer une portion de sucre et de matière animalisée qui lui était unie. Cette graisse pesait 0,75; elle était d'un jaune brunâtre et d'une consistance analogue au sain-doux; son odeur et sa saveur rance étaient semblables à la matière huileuse des champignons ou à celle de l'opium. Mise en digestion avec de l'alcool froid, elle s'y est dissoute en grande partie par l'agitation; il est resté une substance grasse plus consistante, laquelle, pressée dans du papier gris imprégné d'essence de térébenthine, a laissé une matière qui avait à-peu-près la consistance de la cire. Elle est soluble dans l'alcool bouillant, et s'en dépose par le refroidissement sous forme de flocons blancs. L'éther la dissout plus aisément, et par l'évaporation spontanée elle cristallise.

N'ayant obtenu qu'une petite quantité de cette substance, je n'ai pu la soumettre à d'autres essais : toutefois il paraîtrait qu'elle se rapproche de l'adipocire. L'alcool froid qui avait digéré sur la graisse du macjon a fourni par l'évaporation une huile rance, demi-fluide, d'un jaune brunâtre, rougissant le papier teint en bleu par le tournesol. Elle se dissout facilement dans l'alcool affaibli, ainsi que dans une légère dissolution de potasse ou d'ammoniaque, et forme sur-le-champ du savon. Exposée à la lumière solaire, elle s'épaissit, devient poissante et incolore, et se rapproche des résines. Cette huile paraît avoir quelques analogies avec celles qui ont été saponifiées par les alcalis, et auxquelles M. Chevreul a donné le nom d'*acide oléique*.

D'après ce qui précède, il résulte que 500 grammes de macjon récent contiennent les matières suivantes :

	gram.
Eau	327,98 ;
Amidon	84,00 ;
Sucre cristallisé identique avec celui de la canne.	30,00 ;
Fibre ligneuse	25,20 ;
Matière animalisée	15,00 ;
Albumine	14,00 ;
Oxalate de chaux	1,80 ;
Huile rance / Matière analogue à l'adipocire.	0,90 ;
Phosphate de chaux	0,50 ;
Sulfate de potasse	0,22 ;
Malate de potasse	0,20 ;
Phosphate de potasse	0,10 ;
Muriate de potasse	0,10 ;
Principe odorant	
Total	gram. 500,00.

Examen *chimique de la Cochenille et de sa matière colorante.*

Par MM. Pelletier et Caventou.

Mémoire lu à l'Institut de France le 20 avril 1818 (1).

Lorsque nous avons commencé notre travail sur la cochenille, il n'existait aucune analyse connue de cette

(1) Ce Mémoire étant très-intéressant, nous l'imprimons en entier. Il est tiré du *Journal de Pharmacie*. IV. 193.

substance précieuse, et personne n'avait tenté d'isoler son principe colorant; on ignorait entièrement quelles seraient les propriétés de ce principe lorsqu'il aurait été débarrassé des matières étrangères qui l'accompagnent, et qui se fixent avec lui dans les bains de teinture et la préparation du carmin.

Depuis cette époque, nous avons vu, dans la traduction des *Tableaux chimiques du règne animal*, par John, que ce chimiste avait fait une analyse de la cochenille; mais les résultats de son travail se trouvant entièrement différens de ceux que nous avions obtenus, ce ne fut pour nous qu'un motif de répéter nos expériences. Nous ne tardâmes pas à être convaincus que M. John n'avait pas isolé parfaitement les principes immédiats que l'on trouve dans la cochenille, et que la matière colorante qu'il avait extraite, et à laquelle il assigne des propriétés qui ne lui appartiennent pas quand elle est pure, n'était qu'un mélange de deux principes que nous avions isolés.

Notre opinion d'ailleurs paraît être celle du savant rédacteur des articles de chimie dans le nouveau *Dictionnaire des Sciences naturelles*, rédigé par MM. les professeurs du Jardin du Roi; l'auteur de l'article *Cochenille* s'exprime ainsi dans cet ouvrage : *On n'a pas encore obtenu le principe colorant de la cochenille à l'état de pureté.*

Nous nous occupons uniquement ici de la cochenille mestèque (*coccus cacti*). Mais nous donnerons, à la suite de ce Mémoire, quelques expériences faites sur d'autres espèces de cochenille.

Action de l'éther sulfurique sur la cochenille.

Nous avons d'abord traité la cochenille par l'éther sulfurique parfaitement rectifié, en élevant la température jusqu'au degré de l'ébullition de l'éther : ce liquide s'est coloré en jaune doré. Nous avons continué de traiter la cochenille par de nouvelles quantités d'éther, jusqu'à ce que celui-ci eût entièrement cessé d'agir sur la matière soumise à son action ; les teintures éthérées ont alors été réunies, et, par leur évaporation au bain-marie, nous avons obtenu une matière grasse d'un jaune doré.

Dans une autre opération, ayant employé de l'éther moins rectifié, la matière grasse retirée de la cochenille avait une couleur orangée beaucoup plus forte. Nous aurons occasion de revenir plus bas sur cette matière grasse, qui est elle-même composée de plusieurs principes que nous sommes parvenus à isoler.

Action de l'alcool sur la cochenille.

La cochenille épuisée par l'éther sulfurique a été traitée par l'alcool à 40 degrés, et nous n'avons pas tardé à nous apercevoir que l'alcool avait d'autant moins d'action sur la cochenille qu'il était plus rectifié : aussi, après trente décoctions dans l'alcool, décoctions opérées en employant le digesteur de M. Chevreul, la cochenille était-elle encore très-colorée, quoique l'alcool eût cessé d'avoir sur elle une action sensible.

Les premières liqueurs alcooliques étaient d'un rouge foncé tirant sur le jaune ; en refroidissant elles laissaient déposer une matière grenue ; par l'évaporation spontanée, cette matière, d'une très-belle couleur rouge, se

séparait en prenant encore plus l'apparence cristalline. Ces espèces de cristaux se dissolvaient entièrement dans l'eau, qu'ils coloraient en rouge jaunâtre; traités par l'alcool, très-fort et à froid, ils se redissolvaient en abandonnant une matière brunâtre très-animalisée, sur laquelle nous reviendrons plus bas, parce que nous retrouverons cette matière en plus grande abondance dans les décoctions aqueuses de la cochenille préalablement épuisée par l'éther et l'alcool.

La dissolution alcoolique de ces cristaux ainsi dépouillés de matière animalisée est encore susceptible de donner ce sédiment cristallin dont nous avons parlé. Dans cet état, quoique privés de matière animalisée, surtout lorsqu'ils ont été redissous et obtenus de nouveau, ces cristaux ne présentent pas encore la matière colorante pure, ainsi que nous l'avions d'abord cru. En effet, si on traite cette matière par l'éther sulfurique, une partie se dissout en colorant l'éther en jaune orangé, et ce n'est qu'après que l'éther a cessé d'avoir de l'action sur la masse et qu'il en sort incolore, qu'on peut regarder la substance qui refuse de se dissoudre dans l'éther comme le principe colorant, sinon encore parfaitement pur, du moins très-rapproché de l'état de pureté.

La matière soluble dans l'éther et retirée des cristaux colorés a été obtenue par l'évaporation. Nous avons reconnu qu'elle n'était pas absolument semblable à la matière grasse dont nous avons parlé plus haut, mais presque entièrement formée d'un des principes constituans cristallisables de cette matière grasse, et d'une petite quantité de matière colorante.

Il était donc évident que le principe colorant de la

cochenille, insoluble par lui-même dans l'éther, pouvait être dissous en petite quantité par ce liquide, à la faveur de la matière grasse cristallisable; tandis que celle-ci devenait d'autant moins soluble dans l'éther, qu'elle se trouvait enveloppée et défendue par une quantité proportionnellement plus grande de principe colorant. Ces réflexions nous ont amenés à tenter l'expérience suivante, dans l'espoir de parvenir à dépouiller entièrement la matière colorante de toute particule de matière grasse. Nous avons fait dissoudre une certaine quantité de nos cristaux colorés dans de l'alcool très-fort, et nous avons ajouté une quantité d'éther sulfurique égale à celle de l'alcool employé; le mélange s'est troublé, et, au bout de quelques jours, il était redevenu parfaitement clair; il était coloré en rouge tirant fortement au jaune; mais une grande partie du principe colorant s'était déposée dans le fond du vase, et formait une incrustation d'un rouge pourpre magnifique. Cette matière, traitée par l'éther, n'abandonnait plus aucun principe; et les propriétés que nous exposerons dans un instant nous portent à la considérer comme le principe colorant de la cochenille à l'état de pureté.

En ajoutant de nouvelles portions d'éther dans la liqueur décantée, on pouvait encore précipiter une certaine quantité de matière colorante.

Les teintures alcooliques dans lesquelles s'étaient formés les premiers cristaux ont été évaporées à siccité au bain-marie; et la matière colorée qu'on a obtenue, traitée par des moyens analogues aux précédens, nous a aussi donné de la matière grasse cristallisable et du principe colorant.

Du principe colorant de la cochenille.

Avant de continuer l'analyse de la cochenille, nous croyons devoir rapporter ici les principales propriétés de son principe colorant, parce que ces propriétés une fois connues, nous pourrons présenter avec plus de clarté et de précision les autres résultats de notre travail.

Le principe colorant de la cochenille, obtenu par le procédé que nous avons indiqué, est d'un rouge pourpre très-éclatant; il adhère avec force aux parois des vases sur lesquels il s'est attaché; il a un aspect grenu et comme cristallin, cependant bien différent de ces cristaux composés dont nous avons parlé déjà; il ne s'altère pas à l'air, et n'en attire pas sensiblement l'humidité. Exposé à l'action du calorique, il se fond à environ 50 degrés centigrades; en élevant la température, il se boursouffle, se décompose, en produisant du gaz hydrogène carboné, beaucoup d'huile, et une petite quantité d'eau très-légèrement acide. Nous n'avons pas trouvé de trace d'ammoniaque dans les produits.

Le principe colorant de la cochenille est très-soluble dans l'eau; par l'évaporation, la liqueur prend l'apparence de sirop, mais ne donne jamais de cristaux.

La matière colorante de la cochenille, en se dissolvant dans l'eau, communique à ce liquide une couleur d'un beau rouge tirant sur le cramoisi. Il ne faut qu'une quantité presque impondérable de matière colorante pour donner une teinte sensible à une masse d'eau assez forte. L'alcool dissout la matière colorante; mais, comme

nous l'avons déjà dit, plus il est rectifié, moins sa faculté dissolvante est forte.

L'éther sulfurique ne dissout point le principe colorant de la cochenille; les acides faibles le dissolvent; mais l'eau seule qu'ils contiennent pourrait opérer cet effet : aucun ne le précipite quand il est pur. Nous espérons démontrer ci-après que, par un effet bien digne d'être observé, ce même principe colorant est précipité par tous les acides quand il est accompagné de la matière animale de la cochenille.

Si les acides ne précipitent pas la matière colorante de la cochenille, ils exercent sur elle une autre sorte d'action; car ils produisent tous un changement bien sensible dans la teinte de sa couleur, qui de rouge légèrement cramoisi passe au rouge vif, puis au rouge jaunâtre, et enfin au jaune. Lorsque les acides ne sont pas très-concentrés, la matière colorante n'est pas altérée dans sa composition; car, en saturant l'acide par une base salifiable, on rétablit la couleur primitive lorsqu'on ne dépasse pas le point de saturation.

L'acide sulfurique concentré détruit et charbonne la matière colorante; l'acide muriatique la décompose sans la charbonner, et la change en une substance amère, jaune, qui n'a plus aucune des propriétés de la matière colorante primitive. L'action de l'acide nitrique est encore plus rapide. On obtient de plus, avec ce dernier acide, quelques cristaux en aiguilles, ressemblant à de l'acide oxalique; mais ces cristaux ne précipitent pas l'eau de chaux, même aiguisée d'ammoniaque : nous en avons obtenu trop peu pour pouvoir déterminer leur nature.

Le chlore agit avec énergie sur la matière colorante de la cochenille, fait passer sa teinte au jaune, et la détruit tout-à-fait. Il ne produit pas de précipité dans sa dissolution si elle ne contient pas de matière animale. Le chlore est donc un réactif utile pour reconnaître la matière animale dans le principe colorant.

L'iode agit à la manière du chlore ; mais son effet paraît moins rapide : les alcalis versés dans une solution du principe colorant de la cochenille font virer sa couleur au violet cramoisi. Si l'on sature de suite l'alcali, la couleur se rétablit, et l'on peut obtenir la matière colorante sans altération remarquable dans ses principales propriétés. Il paraît cependant qu'elle a éprouvé quelques modifications ; car, lorsqu'on la met ensuite en contact avec des corps qui sont susceptibles de réagir sur elle, on obtient des résultats un peu différens de ceux qu'aurait fournis la matière colorante avant d'avoir subi l'action de l'alcali. Si, au lieu de soustraire promptement la matière colorante à l'action de l'alcali, on augmente cette action par l'élévation de température, ou bien par le laps du temps, la couleur violette se dissipe et la couleur repasse au rouge, puis au jaune; alors la matière colorante est totalement altérée. En effet, si on la met en contact avec quelques sels métalliques susceptibles de former avec elle des combinaisons insolubles, on obtient des précipités qui diffèrent totalement de ceux que produit avec les mêmes sels la matière colorante qui n'a pas éprouvé l'action de l'alcali.

Comme nous n'avons pas encore parlé de la manière dont les sels agissent sur le principe colorant, nous nous bornerons ici à faire mention de cette altération de la

matière colorante par suite de l'action des alcalis, et nous entrerons plus loin dans quelques détails sur ce sujet.

La solution aqueuse de chaux produit un précipité violet avec la matière colorante de la cochenille. La baryte et la strontiane ne produisent pas de précipité dans les liqueurs qui contiennent la matière colorante, mais font virer la couleur au cramoisi violet, à la manière des alcalis. L'affinité de l'alumine pour le principe colorant est des plus remarquables. Si on met de l'alumine nouvellement précipitée dans une solution aqueuse de ce principe, il est sur-le-champ entraîné par l'alumine; l'eau se décolore, et on obtient une laque d'un très-beau rouge, si l'on agit à la température de l'atmosphère; mais si on échauffe la liqueur au milieu de laquelle la laque se forme, la couleur passe au cramoisi, et la teinte devient de plus en plus violette, à mesure que la température s'élève et que l'ébullition continue.

On peut aussi, au moyen de l'alumine en gelée, décolorer entièrement une teinture alcoolique, même à froid; en élevant la température, la laque tend aussi à passer au violet; mais cet effet est beaucoup moins sensible avec l'alcool qu'avec l'eau, peut-être parce que la température, dans ce cas, ne peut s'élever aussi haut, ou parce que l'action de l'alumine sur le principe colorant s'exerce moins par l'intermède de l'alcool que par l'intermède de l'eau.

Si, avant d'ajouter l'alumine à la solution aqueuse du principe colorant, on y verse quelques gouttes d'un acide, la laque qu'on obtient est d'abord d'un rouge éclatant; mais par la moindre chaleur elle passe au vio-

let; on produit le même effet en mettant dans la solution du principe colorant quelques grains d'un sel alumineux. Si, au contraire, on ajoute au principe colorant une petite quantité d'alcali, potasse, soude, ou ammoniaque, ou un sous-carbonate alcalin, et qu'ensuite on délaie dans la solution de l'alumine en gelée, aussitôt la liqueur qui, par l'effet de l'alcali, était devenue violette, repasse de suite au rouge, par la formation d'une laque qui ne tarde pas à se précipiter. Dans ce cas, on peut long-temps faire bouillir le mélange sans que la laque passe sensiblement au violet; on ne peut même rétablir entièrement cette propriété par la saturation de l'alcali, surtout si l'action de celui-ci a été un peu prolongée. Ces faits constans pourront servir à expliquer plusieurs phénomènes qu'on a observés dans les opérations de teinture en écarlate ou en cramoisi.

L'action des sels sur la matière colorante de la cochenille a fixé toute notre attention : nous allons présenter les principaux résultats de nos expériences.

La plupart des sels ont sur la matière colorante de la cochenille, une action marquée par les changemens qu'ils produisent dans la teinte de sa couleur; mais il n'en est qu'un petit nombre susceptible de la précipiter quand elle est à l'état de pureté parfaite (1).

---

(1) Dans la deuxième partie de ce Mémoire, nous rapporterons, d'après le beau *Traité de la Teinture* de M. le comte Berthollet, et d'après nos expériences particulières, l'action qu'exercent les sels sur la décoction de cochenille. Nous exposerons alors les causes des différences qu'on observe en agissant sur le principe colorant pur, et sur le

Les sels d'or ne produisent pas de précipité dans la solution de matière colorante, mais ils l'altèrent sensiblement : le nitrate d'argent n'a pas, au contraire, d'action marquée sur elle; il ne la précipite pas et n'altère pas la teinte de sa couleur. Les sels de plomb neutres et solubles font passer au violet la couleur du principe colorant de la cochenille, et l'acétate de plomb détermine sur-le-champ un précipité abondant. Le précipité peut avoir lieu et conserver sa teinte violette au milieu d'une liqueur rendue sensiblement acide par un excès d'acide acétique ; seulement une partie de la combinaison de l'oxide et de la matière colorante reste en dissolution dans la liqueur, qui alors est de couleur cramoisie. La couleur du précipité formé par l'acétate de plomb, dans une solution de matière colorante, semble rapprocher cet oxide des substances alcalines, qui toutes produisent le même changement dans la teinte de la matière colorante ; mais il est remarquable que cette couleur puisse se manifester au milieu d'une liqueur acide. On peut, par un courant de gaz hydrogène sulfuré, décomposer cette combinaison, et alors on obtient la matière colorante à l'état de pureté.

Le protonitrate de mercure produit, dans la solution de matière colorante, un précipité violet ; le précipité est cramoisi et moins abondant si le protonitrate de mercure est avec excès d'acide.

Le deutonitrate de mercure précipite moins facilement

---

même corps uni aux divers autres principes que l'eau peut enlever à la cochenille par l'action du calorique.

la matière colorante, et le précipité est d'un rouge écarlate.

Le deutochlorure de mercure en solution ne produit pas de changement dans la matière colorante.

Les sels de cuivre ne produisent pas de précipitation dans la solution de matière colorante, mais ils font virer la couleur au violet; les sels de fer donnent une teinte brunâtre, sans produire de précipité.

Les sels d'étain ont, sur la matière colorante de la cochenille, une action remarquable; l'hydrochlorate de protoxide d'étain forme dans la liqueur un précipité violet très-abondant : ce précipité tire au cramoisi si le sel contient un excès d'acide. L'hydrochlorate de deutoxide d'étain ne produit pas de précipité, mais fait passer la couleur au rouge écarlate; si alors on ajoute de l'alumine en gelée, on a un précipité d'un beau rouge, et qui par l'ébullition ne tourne pas au cramoisi.

Les sels de chaux, de baryte, de strontiane parfaitement saturés, font également virer au violet le principe colorant de la cochenille; mais on n'obtient de précipité qu'avec le sulfate de chaux, probablement parce que ce sel est avec excès de base; car un excès d'acide sulfurique empêche toute précipitation.

Les sels alumineux, même légèrement acidulés, font virer la couleur du principe colorant au cramoisi, surtout à l'aide de la chaleur; aucun ne produit de précipité dans sa solution; ils s'opposent même à la précipitation de la matière colorante par l'alumine, dont il faut mettre alors un grand excès pour décolorer une liqueur teinte par la cochenille : dans ce cas, on obtient toujours des laques cramoisies ou même violettes.

Les sels de potasse, de soude et d'ammoniaque à l'état neutre, font tous plus ou moins virer au cramoisi : la couleur se met en principe colorant; mais aucun n'y produit de précipité.

Les sels alcalins avec excès d'acide, tels que le suroxalate et le surtartrate de potasse, font passer la couleur au rouge écarlate; mais il n'y a pas non plus de précipitation dans ce cas.

S'il nous était maintenant permis de tirer quelques conséquences des observations précédentes, nous établirions en principe, 1° que les métaux susceptibles de plusieurs degrés d'oxigénation agissent comme les acides lorsqu'ils sont au *maximum* d'oxigénation, et comme alcalis lorsqu'ils n'ont pas atteint le plus haut degré d'oxidation auquel ils peuvent parvenir : nous remarquerons que les alcalis sont eux-mêmes des oxides métalliques, au *minimum* ou au *médium* d'oxidation; 2° que cette influence alcaline de certains oxides peut s'exercer au milieu d'une liqueur acide lorsque ces oxides sont susceptibles de former avec le principe colorant une combinaison insoluble, tandis qu'elle est totalement détruite par l'excès d'acide lorsque l'oxide ne produit, comme la soude et la potasse, que des combinaisons solubles (1).

L'action des sels alumineux ne s'accorde cependant pas entièrement avec cette théorie; pour l'y rapporter, il faudrait supposer que, dans ses solutions acides,

---

(1) Dans son Mémoire *sur l'Hématine*, M. Chevreul a déja admis l'alcalinité du protoxide d'étain. (*Annales de Chimie*, tome LXXXI.)

l'aluminium n'est pas au plus haut degré d'oxidation possible. Mais les métaux de la première section sont encore trop peu connus dans leur rapport avec l'oxygène, pour que l'action de leurs oxides puisse conserver ou détruire les principes que nous avons établis.

Nous avons fait quelques expériences pour reconnaître l'action des matières végétales et animales sur le principe colorant qui nous occupe. Nous n'avons vu que ceux des principes immédiats des deux règnes, dans lesquels l'oxigène est prédominant; c'est-à-dire, les acides ont tous, plus ou moins, la propriété de faire passer au rouge jaunâtre la matière colorante de la cochenille; mais aucun ne la précipite de sa solution aqueuse ou alcoolique. L'acide acétique peut même être regardé comme un bon dissolvant de la matière colorante. Ayant déjà parlé de l'action du tartrate et de l'oxalate acidulés de potasse sur la matière colorante, nous ne croyons pas devoir y revenir. Les principes immédiats des végétaux et des animaux, dans lesquels l'hydrogène est prédominant, sont peu susceptibles de dissoudre la matière colorante. Les éthers, les huiles fixes et volatiles ne la dissolvent pas : elle se divise dans les graisses; mais en tenant quelque temps celles-ci fondues au bain-marie, le principe colorant se sépare.

L'alcool dissout, il est vrai, le principe colorant de la cochenille; mais nous avons déjà vu que cette propriété devenait d'autant plus faible, que lui-même était plus rectifié. Les substances dans lesquelles l'oxigène et l'hydrogène se saturent réciproquement, paraissent avoir peu d'action sur le principe colorant de la cochenille. Nous avons cependant remarqué que quelques matières

animales paraissaient avoir quelque action sur lui : l'albumine, la gélatine semblent faire virer sa teinte au cramoisi ; et lorsqu'on vient à précipiter les substances par des moyens appropriés, elles entraînent toujours une partie du principe colorant. Avant de quitter ce qui concerne l'action des principes immédiats sur la matière colorante de la cochenille, nous avons été curieux d'examiner comment agirait la morphine. A cet effet, nous avons ajouté à une solution de principe colorant très-pur quelques grains de morphine dissous dans de l'alcool. La couleur de la liqueur a de suite pris une teinte amaranthe très-marquée ; en ajoutant dans la liqueur de l'alumine en gelée, nous avons obtenu une laque rose qui n'a pas pris de teinte violette par l'action du calorique. D'un autre côté, nous avons ajouté de la morphine pulvérisée dans une solution de principe colorant, *écarlatisé* par l'acide muriatique ; bientôt la couleur primitive s'est rétablie, et a passé à l'amaranthe, et même au cramoisi.

Ces expériences avec la morphine prouvent que cette matière, qui agit à la manière des alcalis sur les substances minérales, ne cesse pas de jouer le même rôle lorsqu'on la fait agir sur des matières végétales.

Les substances végétales connues sous le nom de *tannin*, de *matières astringentes*, ne forment pas de précipités dans la matière colorante de la cochenille, etc.

Les propriétés du principe colorant de la cochenille, et surtout les produits qu'il fournit par la distillation à feu nu, nous faisaient présumer de la nature de ses élémens : pour les connaître avec exactitude, nous avons fait un mélange d'une partie de matière colorante pure et de cent de deutoxide de cuivre. Le tout a été distillé

avec les précautions convenables dans l'appareil de Berzelius, et nous avons obtenu un gaz formé de 98 parties d'acide carbonique et de 2 d'hydrogène. L'expérience, répétée plusieurs fois, n'a jamais donné de quantité sensible de gaz azote.

Nous avons soumis à la même épreuve de la matière colorante précipitée par l'acétate de plomb, et nous avons obtenu sensiblement les mêmes résultats.

En comparant ces résultats avec ceux obtenus par la distillation de la matière colorante à feu nu, nous pouvons établir que cette substance est formée d'oxigène, d'hydrogène et de carbone; que l'hydrogène y prédomine, et qu'elle ne contient pas d'azote.

En réfléchissant sur toutes les propriétés de la matière colorante de la cochenille, en la comparant à tous les principes immédiats, végétaux et animaux, nous ne pouvons nous dispenser de la considérer elle-même comme un principe immédiat, distinct et bien caractérisé; nous croyons, comme tel, devoir le désigner par un nom qui lui soit propre : nous hasarderons de proposer celui de *carmine*, parce que cette matière fait, comme nous le dirons plus bas, la base du carmin, et que tout autre nom serait, ou moins harmonieux, ou susceptible de donner des idées fausses sur cette matière. Quoi qu'il en soit, nous nous servirons souvent de ce nom dans le courant de ce Mémoire, pour éviter des périphrases ou des répétitions. Après avoir exposé les principales propriétés de la carmine ou principe colorant de la cochenille, nous allons continuer l'examen analytique de cet insecte.

De l'action de l'eau sur la cochenille, traitée par l'éther et l'alcool.

Nous revenons à l'examen de la cochenille elle-même, et nous le reprenons au moment où celle-ci vient de subir une dernière décoction dans l'alcool, auquel elle ne cède plus sensiblement de principe colorant; dans cet état, la cochenille est encore colorée : traitée par l'eau, elle donne une décoction de couleur rouge tirant sur le cramoisi.

On a continué les décoctions jusqu'à ce que la cochenille eût entièrement cessé de fournir du principe colorant à l'eau de digestion : pour ces différentes opérations, on a continué d'employer le digesteur perfectionné.

Après un certain nombre de décoctions, il ne restait qu'une matière translucide, gélatineuse, brunâtre ; quelques parties seulement étaient parfaitement blanches, insolubles dans l'eau froide, n'abandonnant à l'eau bouillante qu'une portion de leur propre substance sans trace de principe colorant. Nous reviendrons tout-à-l'heure sur cette matière. Les premières décoctions étaient donc, comme nous venons de le dire, extrêmement colorées; les dernières étaient incolores; celles-ci, par l'évaporation, ont donné de la matière animale semblable à celle qui n'avait pas été dissoute. Les décoctions colorées ont donné également une matière écailleuse, mais colorée en rouge violâtre : celle-ci, traitée par l'alcool bouillant, a fourni du principe colorant et de la matière grasse; une petite quantité de matière animale s'est aussi dissoute dans l'alcool. L'eau avait donc

agi sur la cochenille, en lui enlevant les dernières portions de matière colorante et de matière grasse, et en dissolvant une partie de la matière animale, qui sont comme la base ou le squelette de cet insecte. Nous allons nous occuper des propriétés de cette matière.

De la matière animale de la cochenille.

La matière animale, obtenue comme nous venons de l'indiquer, est blanche ou brunâtre, translucide ; exposée à une chaleur douce, elle se dessèche, se racornit, et alors est susceptible de se conserver ; abandonnée, au contraire, dans un lieu humide, elle se décompose en répandant une odeur nauséabonde. Exposée à l'action du feu, après s'être desséchée et racornie, elle se ramollit sans se fondre, se boursouffle, se décompose en répandant une odeur très-fétide, fournit tous les produits des matières animalisées, et notamment une quantité considérable de carbonate d'ammoniaque. La matière animale de la cochenille est fort peu soluble dans l'eau. Il faut plusieurs heures d'ébullition pour en dissoudre une quantité notable ; mais alors l'eau est jaunâtre, elle mousse par l'agitation ; abandonnée à elle-même, elle se putréfie avec une très-grande facilité. Cette décoction, évaporée à siccité avant sa putréfaction, donne des membranes transparentes qui se redissolvent dans l'eau avec plus de facilité.

La matière animale de la cochenille semble d'abord avoir de l'analogie avec la gélatine ; cependant elle en diffère beaucoup par l'ensemble de ses propriétés : en effet, si dans une de ses solutions aqueuses on verse de

l'alcool par parties égales, il ne se fait de précipité qu'au bout de quelques heures ; la gélatine donne sur-le-champ un précipité : tous les acides, sans exception, précipitent la matière animale de la cochenille sous forme de flocons blanchâtres qui, pour se redissoudre, demandent un très-grand excès d'acide. Dans la gélatine, les acides ne forment pas de précipité.

Le chlore précipite abondamment la matière animale de la cochenille ; mais l'iode n'y produit aucun changement sensible dans sa solution. L'ammoniaque favorise la dissolution de la matière animale de la cochenille dans l'eau ; mais son action dissolvante n'est pas comparable à celle qu'exercent la potasse et la soude. Ces alcalis donnent à l'eau la propriété de la dissoudre avec abondance, et cette dissolution a lieu sans dégagement d'ammoniaque ; aussi, par la saturation de l'alcali, on peut obtenir de nouveau la matière animale ; mais si on dépasse le point de saturation, alors il se forme entre l'acide et la matière animale une combinaison insoluble.

Tous les sels avec excès d'acide précipitent la matière animale, et sont ramenés à l'état neutre. Le précipité est formé par la combinaison de l'acide en excès et de la matière animale ; mais beaucoup de sels neutres sont aussi décomposés par la matière animale, et on obtient des précipités formés de matière animale, d'oxide métallique et de l'acide qui lui était combiné : telle est la manière d'agir des sels de plomb, de cuivre, d'étain, etc. Le nitrate d'argent jouit également de cette propriété ; et comme ce sel ne précipite pas la matière colorante de la cochenille, tandis qu'il est très-sensible pour

la matière animale, c'est un bon réactif pour reconnaître la pureté de la carmine.

Toutes les fois cependant que la carmine est unie à la matière animale, et qu'on vient à précipiter celle-ci par un acide ou par un sel métallique, une certaine quantité de carmine est entraînée par la matière animale et se précipite avec elle. La matière colorante de la cochenille obtenue par John semble donc être un mélange de carmine et de matière animale, puisqu'il lui donne pour caractère d'être précipitée par tous les acides.

L'expérience suivante prouve d'une manière péremptoire que la carmine doit à la matière animale la propriété d'être précipitée par les acides et par certains sels qui n'ont pas d'action sur elle quand elle est pure.

On a versé dans une décoction de cochenille de la solution de nitrate d'argent, jusqu'à ce qu'il ne se fît plus de précipité. Celui-ci, recueilli et desséché, a été distillé avec du deutoxide de cuivre; on a obtenu, par ce moyen, une grande quantité de gaz azote. La décoction de cochenille, qui ne précipitait plus par le nitrate d'argent, a été mêlée au sous-acétate de plomb. On a obtenu un nouveau précipité, parce que la carmine est susceptible, comme on le sait, d'être précipitée par l'acétate de plomb; la combinaison desséchée a été distillée avec du deutoxide de cuivre; et, dans ce cas, on a obtenu un gaz qui ne contenait que des traces d'azote.

La noix de galle fait des précipités dans les liqueurs qui contiennent de la matière animale de la cochenille; cependant ces précipités sont très-légers, et ne se forment qu'au bout de quelques heures ; ce qui provient

probablement de la petite quantité de matière animale tenue en solution.

A quelle substance connue rapporterons-nous la matière animale de la cochenille? Nous avons vu en quoi elle diffère de la gélatine; on ne peut la comparer ni à la fibrine ni à l'albumine; coagulable par la chaleur, elle a encore moins de rapports avec d'autres substances qu'il est inutile de citer. Est-ce du mucus? mais le mucus ne peut être une matière constituant la partie la plus solide et la plus abondante d'un animal; d'ailleurs, selon Bostock, le mucus ne précipite ni par la noix de galle ni par le deuto-chlorure de mercure. Quoi qu'il en soit, il est probable que cette matière, qui est comme la chair de la cochenille, n'appartient pas à ce seul insecte, et qu'on la rencontrera dans plusieurs autres espèces de cette classe d'animaux : on pourra alors mieux connaître ses propriétés et s'assurer si celles que nous lui avons reconnues sont constantes; il sera temps alors de la distinguer, s'il est nécessaire, par un nom particulier. Contentons-nous, dans ce moment, de la signaler aux chimistes qui s'occupent de l'analyse des matières animales.

De la matière grasse de la cochenille et de l'acide qu'elle contient.

L'un des premiers produits obtenus dans l'analyse de la cochenille était une matière grasse que l'éther avait dissoute; nous avions mis de côté ce produit pour nous occuper de la recherche du principe colorant : c'est maintenant l'instant d'y revenir.

La matière grasse obtenue par l'évaporation des tein-

tures éthérées étaient d'un jaune orangé; les premières teintures donnaient une matière grasse plus colorée et d'une couleur rougeâtre qui provenait d'une certaine quantité de carmine que la matière grasse avait entraînée. La matière grasse était odorante; son odeur était celle qui se développe lorsqu'on prépare des décoctions de cochenille. Elle avait une saveur légèrement styptique; elle rougissait d'une manière très-sensible le papier teint avec le tournesol : des lavages réitérés plusieurs fois à l'eau froide n'ont pu lui ôter cette propriété. Cependant les eaux de lavage étaient légèrement colorés en jaune et rougissaient faiblement, il est vrai, la teinture de tournesol.

Plusieurs essais préliminaires et qu'il est inutile de rapporter, nous ayant donné des idées sur la composition de cette matière grasse, nous l'avons traitée de la manière suivante, dans l'intention d'obtenir à part chacune des substances dont elle nous paraissait être composée. Nous l'avons fait dissoudre à chaud dans de l'alcool absolu; par le refroidissement de la liqueur, nous avons obtenu une grande quantité de matière cristalline nacrée, d'un blanc rosâtre parsemé de points rouges.

Cette matière a été redissoute de nouveau dans l'alcool bouillant en filtrant la liqueur; la plus grande partie de la matière colorante est restée sur le filtre ou dans son intérieur, et par le refroidissement la matière cristalline s'est précipitée; elle était beaucoup plus blanche alors, et par une troisième purification on l'a obtenue sans couleur.

Elle n'avait alors ni odeur ni saveur; elle était insoluble dans l'eau et dans l'alcool à froid; elle se dissol-

vait dans l'éther, entrait en fusion à 40 degrés centigrades, et formait avec les alcalis des savons bien caractérisés : cette substance était donc une substance grasse, translucide, cristallisable, semblable à celle que M. Chevreul a trouvée dans les graisses des mammifères, et qu'il a nommée *stéarine.* Les liqueurs qui surnageaient les différentes cristallisations de stéarine ont été évaporées au bain-marie pour en retirer l'alcool. Les dernières parties qui passèrent à la distillation répandaient l'odeur remarquable des décoctions de cochenille, et rougissaient fortement le tournesol. On pouvait les saturer par les carbonates alcalins ; le produit de la saturation évaporée n'a pas donné de cristaux; mais on a obtenu une matière saline, répandant encore, en se dissolvant, l'odeur de cochenille. Nous avons obtenu trop peu de cette matière pour en pousser plus loin l'examen ; nous aurons d'ailleurs occasion de revenir plus loin sur l'acide qu'elle paraît contenir.

Après avoir chassé l'alcool par l'évaporation, il est resté dans la cornue une substance huileuse qui, exposée au froid, a laissé déposer quelques cristaux de stéarine. Cette matière jaune, onctueuse, fluide à zéro, sans saveur sensible, s'unissant très-bien aux alcalis, était de l'élaïne ; second principe constituant des graisses des mammifères ; cependant elle retenait encore un peu de principe colorant qui lui donnait la propriété de prendre une teinte cramoisie par l'action des alcalis. En la dissolvant dans l'éther, elle n'abandonne pas la matière colorante qu'elle retient; mais si on agite long-temps la teinture éthérée avec de l'eau, la matière colorante quitte l'élaïne et se dissout dans l'eau.

La prétendue matière colorante jaune de la cochenille dont il est fait mention dans quelques ouvrages n'existe pas ; on a pris pour elle de la matière grasse très-chargée de carmine. En effet, la matière grasse jaunâtre, par son élaïne, prend une teinte beaucoup plus foncée par son union avec une certaine quantité de carmine. De même, la carmine donne des solutions jaunes lorsqu'elle contient de la matière grasse en proportion assez forte. La carmine jouit même de la propriété de rendre la matière grasse soluble dans l'eau. En effet, si on traite par de l'alcool bouillant de la cochenille, sans l'avoir précédemment soumise à l'action de l'éther, on obtient des espèces de cristaux semblables à ceux dont nous avons déjà parlé dans le commencement de ce Mémoire, mais beaucoup plus chargés de matière grasse. Ces cristaux se dissolvent facilement dans l'eau, et la solution est d'un jaune orangé presque rouge. En traitant ces cristaux par les moyens que nous avons indiqués, on trouve qu'ils sont formés de carmine et de matière grasse en proportion très-forte ; quoiqu'ils soient entièrement solubles dans l'eau, ils retiennent aussi un peu de matière animale.

Les faits que nous avons rapportés suffisaient pour faire connaître la nature de la matière grasse de la cochenille. Ils faisaient voir qu'elle était composée de stéarine, d'élaïne et d'un principe acide odorant, qu'elle avait par conséquent beaucoup d'analogie avec les graisses des mammifères ; cependant comme personne ne s'est jusqu'ici occupé spécialement de la graisse des insectes, nous avons cru devoir nous étendre davantage sur cet objet : il nous a semblé surtout intéressant d'examiner

l'action que les alcalis exerceraient sur la graisse de la cochenille; et pour opérer avec méthode, nous avons suivi une marche qui n'est pas à nous, mais qui, entre autres mérites, a celui d'avoir obtenu l'assentiment de l'Académie. Ces nouvelles expériences serviront en même temps de contre-épreuve à l'analyse de la matière grasse faite au moyen de l'alcool, de l'eau et de l'éther.

Nous avons donc procédé à la saponification de la matière grasse en employant à cet effet une solution aqueuse de potasse, préparée à l'alcool. La saponification a eu lieu à chaud avec assez de facilité, et nous avons obtenu une masse assez solide dans laquelle il s'est formé, au bout de quelques jours, des étoiles ou végétations cristallines; ce savon était semblable à celui qu'on obtient en traitant la graisse de porc par la potasse. Il s'unissait bien à l'eau en lui donnant un aspect opalin et la propriété de faire des bulles par l'interposition de l'air.

Ce savon, dissous dans une petite quantité d'eau, a été décomposé par l'acide tartarique; la matière grasse, séparée de la potasse, a été reçue sur un filtre et lavée jusqu'à ce qu'elle ne fût plus acide; les eaux de lavage ont été réunies à la liqueur filtrée et distillée dans une cornue de verre; la distillation a été conduite jusqu'à ce qu'il ne restât que quelques onces de liquide dans la cornue. La liqueur qui avait passé à la distillation a été recueillie avec soin; elle était incolore, légèrement acide et très-odorante.

Le résidu de la distillation était au contraire très-coloré, très-acide, et n'avait aucune odeur. La première de ces liqueurs a été saturée par la baryte; par l'évaporation on a obtenu une substance saline qu'on a redis-

soute dans une petite quantité d'eau, et décomposée par une solution d'acide phosphorique très-pur, et préalablement rectifié. Il s'est sur-le-champ développé une odeur analogue à celle qui se répand lorsqu'on fait une décoction de cochenille, mais beaucoup plus forte. On a sur-le-champ distillé la liqueur dans une cornue; le produit de la distillation était un liquide blanc-jaunâtre très-odorant, qui rougissait la teinture de tournesol et saturait très-bien les bases alcalines : nous n'avons pu nous procurer assez de cet acide pour en étudier les propriétés. Nous sommes cependant fondés à regarder cet acide comme le principe odorant de la cochenille; il est à la matière grasse de la cochenille ce que l'acide butirique est au beurre, ou l'acide delphinique à la graisse de dauphin. Le résidu de la première distillation, et qui, entre autres substances, devait contenir du tartrate acide de potasse provenant de la décomposition du savon, a été évaporé à siccité au bain-marie, et traité par l'alcool absolu, qui s'est légèrement coloré en jaune par l'évaporation de l'alcool; nous avons obtenu une matière d'aspect sirupeux, d'une saveur douceâtre : nous regardons cette substance comme du principe doux de Schéele.

La matière grasse, séparée de la potasse par l'acide tartarique, a été traitée par la baryte, et a formé avec cet alcali un savon insoluble qui, traité par l'ébullition avec de l'alcool, n'a abandonné qu'une petite quantité de matière grasse acide qui avait échappé à la saponification. Le savon de baryte a été décomposé par l'acide hydrochlorique; la matière grasse a alors reparu. On l'a traitée de nouveau par la potasse, et le savon qui en est résulté,

dissous dans l'eau et abandonné pendant quelque temps dans un lieu froid, a laissé précipiter du sur-margarate de potasse qu'on a purifié par l'alcool; le sur-margarate de potasse a été décomposé par l'acide hydrochlorique : on a retiré par ce moyen de l'acide margarique. La liqueur savonneuse qui, abandonnée à elle-même, ne fournissait plus de sur-margarate de potasse, étant un oléate de la même base, cet oléate a été traité par l'acide tartarique; on a séparé par ce moyen l'acide oléique, qui a été repris par l'alcool.

Ces expériences, quoique faites avec de petites quantités de matière, nous ont donné des produits assez caractérisés pour que nous puissions être certains de nos résultats; elles nous confirment dans l'opinion que nous avons déjà émise sur la matière grasse de la cochenille, que nous regardons comme analogue à la graisse des mammifères.

Examen des cendres de la Cochenille.

Dans la série de nos expériences, nous avons reconnu que la cochenille contenait, quoiqu'en très-petite quantité, quelques sels minéraux. Afin de déterminer la nature de ces sels, nous avons incinéré une certaine quantité de cochenille; les cendres recueillies avec soin s'élevaient à un cent cinquantième du poids de la cochenille employée. En la soumettant à l'analyse par des moyens connus, et qu'il est inutile de rapporter, nous avons trouvé qu'elles étaient composées de phosphate et de carbonate de chaux, d'une petite quantité de sulfate et d'hydrochlorate de potasse, et d'un peu de carbonate de la même base, provenant probablement d'une certaine

quantité de potasse saturée par l'acide particulier contenu dans la cochenille que la chaleur aurait décomposée.

Résumé de la première partie du Mémoire.

Sans donner ici un résumé de tous les faits contenus dans la première partie de ce Mémoire, nous nous contenterons de rappeler les différentes substances dont la cochenille est composée ; nous n'indiquerons pas les proportions dans lesquelles ces substances s'y rencontrent, parce que ces proportions nous ont semblé varier dans différens échantillons, et que d'ailleurs on n'a pas de méthode assez exacte dans la chimie animale pour établir des proportions très-rigoureuses. Quoi qu'il en soit, la cochenille, d'après nos expériences, est composée :

1°. De carmine ;

2°. D'une matière animale particulière ;

3°. D'une matière grasse composée de { stéarine, élaïne, acide odorant ;

4°. Des sels suivans : phoshate de chaux, carbonate de chaux, hydrochlorate de potasse, phosphate de potasse, potasse unie à un acide organique.

DEUXIÈME PARTIE.

De la Cochenille considérée dans son emploi dans les arts.

Il serait trop long et peut-être hors de notre objet de nous occuper de tous les emplois de la cochenille dans

les arts. L'art de la teinture en écarlate et en cramoisi prendrait à lui seul des pages nombreuses, et dans le *Traité de la Teinture* par M. Berthollet, on trouve le précis de tout ce qui a été fait de plus important sur ce sujet ; on ne trouve au contraire, sur l'art de faire des carmins, que des recettes dont quelques-unes sont excellentes, il est vrai, et donnent de beaux produits ; mais rien de précis ni de théorique n'a été écrit sur ce sujet : c'était donc encore moins des procédés nouveaux que nous avions à chercher, qu'une explication des différentes opérations au moyen desquelles on prépare cette couleur précieuse dans l'art de la teinture. Notre intention n'est pas de rien innover, mais de voir si les différentes opérations pour teindre en écarlate et en cramoisi peuvent être expliquées d'après les principes que nous avons établis dans le commencement de ce Mémoire. Mais pour nous rendre compte de ces différentes opérations avec plus de facilité, nous croyons devoir examiner l'action des réactifs et de quelques agens chimiques sur la décoction de cochenille.

De la Décoction de cochenille.

Connaissant l'action des réactifs sur les principes constituans de la cochenille, nous aurions pu prévoir ce qui se passerait dans la décoction de cochenille mise en contact avec les mêmes substances ; cependant il nous a semblé utile d'établir les faits par des expériences directes, ce qui nous a été d'autant plus facile, que nous n'avons eu qu'à répéter celles que M. Berthollet a publiées sur cet objet dans l'ouvrage déjà cité.

La décoction de cochenille contient, comme on le sait, de la carmine et de la matière grasse, et une certaine quantité de la matière animale que nous avons fait connaître. En effet, si on ajoute à cette décoction de l'alumine en gelée, la liqueur se décolore, et la carmine se précipite combinée avec l'alumine ; par l'évaporation de la liqueur, on obtient la matière animale et la matière grasse qu'on peut séparer par l'alcool. En reprenant la laque obtenue et la distillant avec des deutoxides de cuivre, il se développe un gaz dans lequel on retrouve un peu d'azote ; ce qui indique qu'une portion de matière animale se précipite avec la carmine au moment où celle-ci s'unit à l'alumine.

Tous les acides forment des précipités dans la décoction de cochenille ; mais ces précipités sont d'autant plus forts que la matière animale est plus abondante : voilà pourquoi ils n'ont pas lieu, ou ne paraissent qu'après un certain temps, lorsque la décoction de cochenille est trop légère ou trop étendue. Les précipités sont d'un rouge généralement assez beau ; mais la teinte varie suivant l'acide employé et sa quantité. Les sels acides, tels que le tartrate, l'oxalate acidule de potasse, produisent également des précipités dans la décoction de cochenille. Les alcalis font tourner la couleur au cramoisi sans former de précipité ; ils redissolvent même les précipités formés par les acides. Nous ajouterons à ces faits les considérations suivantes :

Si on ajoute à l'eau dans laquelle on fait bouillir la cochenille une certaine quantité d'alcali, alors il se dissout une quantité de matière animale beaucoup plus forte ; et lorsqu'on vient à ajouter quelque acide, il se

forme un précipité beaucoup plus abondant. Ces précipités sont ordinairement d'un beau rouge ; par la dessiccation, ils prennent une couleur si foncée qu'ils paraissent bruns ; mais en les délayant dans l'eau, on leur rend leur éclat. L'alcali paraît agir dans la décoction, non-seulement comme dissolvant de la matière animale, mais aussi en modifiant la matière colorante, comme nous l'avons indiqué dans la première partie de ce Mémoire. Ces précipités sont, comme nous le dirons plus bas, des carmins parfaitement purs. Les sels neutres formés par la potasse, la soude et l'ammoniaque, donnent à la décoction de cochenille une teinte violette sans y former de précipité. Les sels de zinc, le sulfate de cuivre, les sels de plomb forment, dans la décoction de cochenille, des précipités violets ; le sulfate de fer un précipité brunâtre ; les sels d'étain, au *maximum* d'oxigénation, y produisent des précipités rouges ; ceux au *minimum* d'oxigénation, des précipités violets. Tous ces faits s'accordent avec les observations faites dans la première partie de ce Mémoire, où nous avons signalé les teintes que ces divers sels donnaient à la carmine, qu'ils précipitaient tous, quand elle contient de la matière animale, tandis qu'ils n'en est qu'un petit nombre qui puissent exercer cette action sur elle quand elle est pure (1).

On a enfin remarqué que la décoction de cochenille

---

(1) L'alun forme également, dans la décoction de cochenille, un léger précipité rouge qui passe au cramoisi par un excès d'alun : ce précipité bien lavé retient une certaine quantité d'alumine en combinaison avec l'acide, la matière animale et la carmine.

pouvait être gardée long-temps sans altération ; on sait que la carmine ne peut passer à la décomposition putride ; la matière animale, au contraire, se décompose très-facilement ; mais, dans la décoction de cochenille, elle paraît être préservée de l'altération par son union avec la matière colorante.

Du Carmin et de la Laque carminée.

Les ouvrages de chimie donnent très-peu de détails sur la préparation du carmin ; plusieurs même n'en font pas mention. Klaproth, dans son *Dictionnaire de Chimie*, a pourtant consacré un article à cette substance ; et le carmin, d'après sa définition, est *une couleur qu'on retire de la cochenille par le moyen de l'alun.*

Cependant, sur six procédés qu'il rapporte pour la fabrication du carmin, il en est deux dans lesquels on n'emploie pas ce sel, qu'on remplace, dans l'un de ces procédés, par l'oxalate acidule de potasse, et dans l'autre, par l'hydrochlorate d'étain.

D'après quelques formules, on ajoute à l'eau qui doit servir à préparer la décoction de cochenille une petite quantité de carbonate de soude.

Le procédé qu'on *suit en Allemagne* pour faire le carmin, et qui consiste à verser une certaine quantité de solution d'alun dans une décoction de cochenille, est le plus simple de tous, et donne l'explication de la formation du carmin, qui n'est que de la carmine et de la matière animale précipitées par l'excès d'acide du sel, en entraînant une petite quantité d'alumine ; mais il paraît que l'alumine ne doit pas être considérée comme essentielle à la formation du carmin. En effet, dans un autre

procédé indiqué sous le titre de procédé de madame Cenette d'Amsterdam, on précipite le carmin en versant dans la décoction de cochenille une certaine quantité d'oxalate acidule de potasse. On prescrit, il est vrai, dans cette opération, d'ajouter à la décoction de cochenille un peu de nitrate de potasse ; mais nous ne voyons pas à quoi peut servir cette addition d'un sel neutre. Le procédé décrit dans l'*Encyclopédie* rentre dans celui des Allemands ; il n'en diffère que par l'addition de l'écorce d'autour et de la graine de chouan, qui ne sont mis, comme le remarque M. Berthollet, que pour donner plus de feu au carmin, en le faisant passer un peu au jaune.

Dans deux autres procédés décrits, l'un sous le nom de *Langlois*, l'autre sous celui d'*Alyon*, on prescrit d'ajouter, au moment de la décoction, une petite quantité de sous-carbonate de soude : on conçoit qu'ici il doit se dissoudre une plus grande quantité de matière animale, et que, par l'addition de l'alun, le précipité doit être plus abondant ; mais il se forme de plus, dans cette opération, une certaine quantité de laque carminée ; car les premières portions d'alun sont décomposées par l'alcali, et l'alumine mise à nu se précipite en entraînant de la matière colorante et formant une vraie laque qui reste unie au carmin qui se forme par l'addition d'une plus grande quantité d'alun. C'est d'ailleurs ce que nous avons vu par l'examen chimique que nous avons fait de ces carmins.

Ce qui prouve que le carmin est une combinaison triple de matière animale, de carmine et d'un acide, c'est que si, dans les liqueurs qui ont servi à préparer

le carmin, on ajoute un acide un peu fort, *on détermine une nouvelle formation de carmin*, par la précipitation des dernières parties de matière animale; mais, une fois toute la matière animale précipitée, les décoctions, quoique encore très-chargées de principe colorant, ne peuvent plus donner du carmin. On peut employer utilement ces décoctions pour faire de la laque carminée, en saturant l'acide par un alcali en léger excès, et ajoutant alors de l'alumine en gelée. Les précipités que nous avons obtenus, en ajoutant des acides dans les décoctions alcalines de cochenille, sont donc des carmins dans toute la rigueur du terme, puisqu'ils ne contiennent pas d'alumine; mais la petite quantité d'alumine qui se précipite dans la fabrication du carmin par l'alun en augmente la masse et le poids : elle donne en outre un plus grand éclat à la couleur, par cela même qu'elle l'étend et l'affaiblit un peu.

On doit regarder comme s'éloignant déjà beaucoup du carmin les précipités formés par l'alun dans les décoctions de cochenille alcalisées.

Desirant connaître, par l'analyse, la nature des carmins du commerce de Paris, nous en avons pris chez plusieurs marchands de couleur. Cependant il paraît que ces carmins ont tous été préparés par le même procédé; car ils ont fourni les mêmes produits à l'analyse. Pour procéder à l'examen de ces carmins, nous en avons d'abord calciné une quantité déterminée : ils se sont décomposés par l'action de la chaleur, en répandant d'abord une odeur très-forte de matière animale, et ensuite une odeur sulfureuse; il en est resté une poudre blanche s'élevant au dixième de la matière employée, et que nous

avons reconnue pour de l'alumine. De nouvelles quantités de carmin ont été traitées par une solution de potasse caustique qui les a entièrement dissoutes, à l'exception d'une poudre d'un beau rouge, inattaquable par la potasse et les acides concentrés, et que nous avons reconnu être du sulfure de mercure ou vermillon. Cette matière, évidemment étrangère au carmin, paraît y avoir été ajoutée pour en augmenter le poids.

La solution de potasse, saturée par l'acide muriatique, a donné des flocons colorés abondans : c'était un nouveau carmin qui se reformait. En ajoutant à la liqueur filtrée un peu de muriate de baryte, nous avons eu des traces de sulfate de baryte; mais nous nous attendions à un précipité plus abondant, vu la quantité d'alumine obtenue. Il paraît donc que la plus grande partie de l'acide sulfurique se précipite de nouveau, et qu'il entre dans la composition des flocons carminés obtenus lors de la saturation de l'alcali.

Il suit de ces faits, et de leurs rapports avec les observations contenues dans la première partie de ce Mémoire, que le carmin est une combinaison de carmine, de matière animale et d'un acide, et qu'il peut contenir une petite quantité d'alumine sans que celle-ci soit essentielle à sa nature; que la laque est au contraire une combinaison de carmine (matière colorante) et d'alumine pouvant retenir un peu de matière animale qui est aussi accidentelle à sa composition; mais que, par la plupart des procédés indiqués pour obtenir des carmins, on ne fait que des mélanges de carmin et de laque carminée, comme on peut s'en assurer en traitant ces carmins par les solutions alcalines affaiblies, afin de ne

pas redissoudre l'alumine, ou bien en leur faisant subir la calcination.

Nous terminerons cet article en faisant remarquer qu'on peut faire de la laque de toute pièce, en ajoutant assez de sous-carbonate de potasse ou de soude à la décoction, afin de décomposer tout l'alun qu'on ajoute; il faut même éviter un excès d'alun, qui ferait virer la couleur au violet, surtout si l'action de l'alcali sur la matière colorante n'avait pas été assez énergique.

De la Teinture en écarlate et en cramoisi.

Les observations et les expériences précédentes nous semblent de nature à jeter du jour sur l'art de la teinture en écarlate et en cramoisi. On sait que la première se fait en employant un bain de cochenille dans lequel on a ajouté, dans des proportions déterminées, du tartrate acidule de potasse et de l'hydrochlorate de deutoxide d'étain. L'effet de ces deux sels est maintenant bien connu : le premier, en raison de son excès d'acide, tend à rougir la couleur et à la précipiter avec la matière animale; le second agit de la même manière, d'abord par son excès d'acide, ensuite par l'oxide d'étain qui se précipite aussi avec la carmine et la matière animale, et se fixe sur la laine, à laquelle il a lui-même beaucoup de tendance à s'unir. On remarquera que, pour avoir une belle nuance, il faut que l'hydrochlorate d'étain soit entièrement au *maximum* d'oxigénation; et c'est en effet dans cet état qu'il doit être dans la solution d'étain préparée d'après les proportions indiquées dans le *Traité de la Teinture* de M. Berthollet.

On voit pourquoi, dans la teinture en écarlate, on

évite avec soin l'emploi de l'alun, ce sel tendant toujours à faire passer la nuance au cramoisi. La présence d'un alcali nous semblerait moins à craindre : l'alcali donnerait, il est vrai, un bain cramoisi; mais il serait facile, dans ce cas, de faire revenir la couleur en employant une plus grande quantité de tartre : on aurait alors l'avantage d'avoir un bain plus chargé de matière colorante et de substance animale : c'est à l'expérience en grand à décider ce point. Quant aux sels terreux, on doit les éviter avec soin; et si l'on n'avait que des eaux séléniteuses, ce serait peut-être le cas d'employer un peu d'alcali.

Pour obtenir le cramoisi, il suffit, comme on sait, d'ajouter de l'alun au bain de cochenille, ou de faire bouillir l'écarlate dans une eau alunée; c'est aussi avec raison qu'on recommande de diminuer la dose du sel d'étain, puisque nous avons vu qu'il s'opposait à l'action de l'alun.

Nous croyons qu'on doit rejeter les alcalis comme moyen de faire passer l'écarlate au cramoisi; en effet, les cramoisis préparés par ce procédé ne peuvent être *bon teint*, et passent au rouge par l'action des acides.

Nous ne parlerons pas ici des autres substances qu'on associe à la cochenille dans la teinture en écarlate et en cramoisi, pour nuancer les teintes et obtenir les tons qu'on desire; ces objets sortiraient de notre sujet : nous ne nous sommes proposés que de voir si les principaux phénomènes de la teinture avec la cochenille pouvaient s'expliquer par la présence et les propriétés des principes immédiats que nous avons trouvés dans la cochenille, et que nous avons fait connaître dans la première partie de ce Mémoire.

Sur *l'Emploi du principe des forces vives dans le calcul de l'effet des machines.*

Par M. Petit.

Les géomètres ont reconnu depuis long-temps que, parmi les propriétés générales du mouvement, celle qu'on désigne sous le nom de *principe des forces vives* était plus spécialement appropriée qu'aucune autre au calcul des machines. Cela résulte, comme on le sait, de ce que les forces vives fournissant, dans chaque cas, l'évaluation la plus naturelle du moteur et de l'effet produit, l'équation qui détermine la relation qui lie ces deux quantités donne la solution directe et immédiate du seul problême qu'on ait besoin de considérer dans la pratique.

Les applications d'un principe aussi général sont par elles-mêmes d'un si grand intérêt, qu'on doit être surpris du peu d'efforts qu'on a faits jusqu'à ce jour pour les multiplier et les étendre. La théorie des machines, envisagée sous ce point de vue, est presque entièrement à créer. Néanmoins, quoique le défaut de données physiques ou théoriques offre fréquemment des obstacles difficiles à surmonter, on doit convenir qu'il existe un assez grand nombre de questions simples et suffisamment déterminées dont il est possible d'obtenir la solution complète. C'est de l'examen de quelques-uns de ces cas particuliers dont je m'occuperai dans ce Mémoire. Mais afin d'en rendre l'exposition plus claire, je la ferai précéder de quelques considérations relatives au genre de

mouvement qu'on doit considérer dans les machines, et à la manière de mesurer les forces qui leur sont appliquées, ainsi que les effets qu'elles produisent.

En observant attentivement les circonstances qui accompagnent la production du mouvement dans les machines, on reconnaît bientôt que la vitesse, d'abord infiniment petite, augmente graduellement pendant un temps ordinairement très-court, après lequel le mouvement peut être sensiblement considéré comme uniforme. Pour concevoir la raison de ce fait, il faut remarquer que le moteur, exerçant à l'origine un effort nécessairement plus grand que celui de la résistance, doit faire naître un petit mouvement qui s'accélère ensuite peu à peu; mais alors cette accélération produisant presque toujours ou une diminution dans l'effort du moteur, ou une augmentation dans celui de la résistance, et quelquefois les deux effets en même temps, il arrive que le rapport des deux forces s'approche de plus en plus de celui qui convient pour leur équilibre; en sorte que la machine, ne se mouvant plus qu'en vertu de la vitesse acquise, conserve, à cause de l'inertie, un mouvement uniforme.

L'expérience journalière confirme cette explication. Ainsi, lorsqu'on soulève la vanne d'un coursier destiné à amener de l'eau contre une roue à palettes, quelque vitesse qu'ait le fluide, l'accélération du mouvement est très-sensible dans les premiers instans; mais à mesure que la vitesse augmente, l'impulsion de l'eau diminue parce que la roue se soustrait en partie à son action : il vient donc un moment où cette impulsion est simplement capable de faire équilibre à la résistance, et c'est

à cet instant que le mouvement devient uniforme. De semblables effets se produisent dans les machines mues par des agens animés ; ils résultent alors de ce que le moteur, obligé de prendre une certaine vitesse, consomme pour cela une partie d'autant plus grande de l'effort *maximum* dont il est capable, que cette vitesse est elle-même plus considérable.

Suivant qu'une machine est en équilibre ou en mouvement, les forces qui lui sont appliquées produisent deux sortes d'effets qu'on doit distinguer l'un de l'autre. Dans l'état d'équilibre, on n'a à considérer que l'intensité de ces forces ; mais, dans celui de mouvement, il devient nécessaire d'avoir égard à un élément de plus, qui est l'espace qu'ont à parcourir les points d'application. Ainsi, lorsque la résistance est un poids, l'effet produit, quand la machine est en équilibre, est mesuré par le poids soutenu ; mais quand elle est en mouvement, cet effet dépendant à-la-fois et du poids qu'elle entraîne et de la hauteur dont elle l'élève, il doit naturellement être exprimé par le produit de ces deux facteurs.

L'expression d'un pareil effet peut toujours se ramener à une force vive. Ainsi, M représentant la masse du poids élevé à la hauteur H, l'effet produit sera représenté par gMH, g étant l'intensité de la pesanteur ; or, en appelant V la vitesse acquise par un corps grave qui tombe de la hauteur H, on a $V^2 = 2gH$ et $gMH = \frac{1}{2}MV^2$.

En considérant de la même manière tous les genres de résistance, on trouve toujours que l'expression naturelle de l'effet produit dépend d'un certain nombre de

facteurs tellement combinés que cette expression peut se transformer en une force vive, c'est-à-dire, en un produit d'une masse par le carré d'une vitesse.

Ce que nous disons de la résistance s'applique au moteur. Son expression peut toujours aussi se réduire à une force vive. Ainsi, une chute d'eau dont la quantité et la hauteur sont données, un ressort comprimé et qui se détend dans un espace déterminé, une journée de travail d'un animal, etc., renferment une quantité déterminée de force vive qu'on peut, à l'aide d'une machine, transmettre à une résistance quelconque.

En envisageant ainsi les moteurs et les résistances, on voit que le calcul de toute espèce de machine se réduit en définitif à la détermination du rapport entre la force vive employée et la force communiquée. Ce rapport une fois connu (et le principe des forces vives le fournit dans tous les cas), on en déduit aisément les conditions à remplir pour faire rendre à chaque machine le plus grand de tous les effets qu'elle peut produire.

Les seules machines que je considérerai sont celles qui sont mues par les fluides; et d'après ce que j'ai établi précédemment, je les supposerai parvenues au mouvement uniforme. Avec cette restriction, le principe des forces vives peut s'énoncer de la manière suivante :

La force vive communiquée à la résistance est égale à celle que possédait le moteur, diminuée, et des forces vives perdues dans les changemens brusques de vitesse, et de celle que le moteur conserve après avoir exercé son action.

Avant de passer à l'examen des cas particuliers que je me propose de traiter, il est nécessaire d'indiquer

d'abord comment doit se calculer la force vive développée par un fluide, et de quelle manière on peut évaluer celle qui se perd dans la communication du mouvement.

Dans les fluides incompressibles, tels que l'eau, la force vive est immédiatement mesurée par le produit de la masse écoulée par le carré de la vitesse qui l'anime ; mais, dans les fluides élastiques, lorsqu'ils agissent en se dilatant, l'expression de cette force ne se présente pas aussi directement. On la détermine aisément de la manière suivante :

Imaginons que le fluide dont il s'agit soit renfermé dans un tuyau horizontal, fermé par l'une de ses extrémités, et contenant un piston parfaitement mobile ; représentons par b la section du tuyau, et par a la longueur de la colonne cylindrique occupée par le fluide, et comprise entre le fond du tube et le piston. Appelons h la hauteur de la colonne d'eau dont le poids ferait équilibre à l'élasticité de ce fluide, et supposons enfin que le piston ne supporte aucune pression extérieure. Celle qu'il éprouve intérieurement lui communiquera un mouvement accéléré dont il est facile de former l'équation.

Si l'on désigne par v la vitesse acquise après un temps t, et par x la longueur du cylindre occupée au même instant par le fluide, on remarquera que son élasticité s'est réduite à $\frac{ha}{x}$, et par conséquent que la force motrice est égale à $g\frac{\delta hab}{x}$, g représentant l'intensité de la pesanteur, et δ la densité de l'eau ; mais la force mo-

trice est représentée en général par $m\frac{d\varphi}{dt}$, ou par $m\frac{v\,d\varphi}{dx}$; m étant ici la masse du piston, on a donc :

$$mv\,dv = g\frac{\delta a b h}{x}.dx.$$

Intégrant et déterminant la constante, de manière que v soit nul quand $x=a$, on trouvera :

$$mv^2 = 2g\delta.hab\log.\frac{x}{a}. \quad (1).$$

Si le piston supportait sur sa face extérieure une pression constante mesurée par le poids d'une colonne d'eau dont la hauteur fût h', on trouverait aisément pour la force vive :

$$2g\delta b\left\{ha\log.\frac{x}{a} - h'(x-a)\right\} \quad (2).$$

Enfin, si la pression intérieure est elle-même constante, ce qui a lieu lorsqu'une nouvelle quantité de fluide vient, à chaque instant, compenser la diminution d'élasticité résultante de la dilatation, on obtient pour la force vive :

$$2g\delta b(h-h')(x-a). \quad (3).$$

Ce dernier cas est évidemment celui des vapeurs dans les pompes à feu.

Chacun de ces trois résultats peut être présenté d'une manière un peu différente, et qui a l'avantage de se rapprocher des considérations usitées dans la pratique. On sait qu'une force vive φ est capable d'élever à une hauteur h un poids $\frac{\varphi}{2gh}$. Considérées sous ce point de vue, les expressions (1) (2) (3) conduisent aux lois suivantes :

1°. Lorsqu'un fluide élastique occupant un volume a, et exerçant une pression égale à celle d'une colonne d'eau dont la hauteur est h, se dilate sans résistance extérieure, la force vive qu'il a développée lorsque son volume est devenu x, serait capable d'élever à la hauteur h le poids d'une masse d'eau dont le volume serait $a. \log. \frac{x}{a}$.

2°. Si le fluide que nous venons de considérer avait à vaincre une pression extérieure constante, mesurée par le poids d'une colonne d'eau dont la hauteur fût h', la force vive développée en passant du volume a au volume x ne serait plus capable d'élever à la hauteur h que le poids d'une masse d'eau dont le volume serait $a \log. \frac{x}{a} - \frac{h'}{h}(x-a)$.

3°. Lorsqu'un piston se trouve soumis à deux pressions constantes exercées en sens contraire par des fluides dont les élasticités font équilibre à des colonnes d'eau de hauteur h et h', la force vive communiquée au piston serait capable d'élever à la hauteur $h-h'$ le poids d'une masse d'eau dont le volume serait égal à celui que le piston a parcouru.

Pour donner un exemple de l'application de ces lois, je vais comparer entre elles les forces vives que peut produire une même quantité de chaleur, en supposant qu'on l'emploie successivement à vaporiser de l'eau et à échauffer de l'air.

Supposons que la quantité d'eau vaporisée soit d'un gramme pris à la température de la glace fondante, réduite à l'état de vapeur à 100°, elle occupera à-peu-près 1700 centimètres cubes, et exercera une pression égale à

celle d'une colonne d'eau de 10 mètres de hauteur. En la condensant complètement, la force vive développée sera, d'après ce que nous venons d'établir, capable d'élever à 10 mètres le poids de 1700 centimètres cubes, ou, ce qui revient au même, d'élever à un mètre un poids de 17 kilogrammes.

Or, la chaleur nécessaire pour vaporiser un gramme d'eau pourrait, comme on sait, échauffer d'un degré 666 grammes d'eau, et par conséquent pourrait communiquer le même réchauffement à 2500 grammes d'air sous la pression d'une colonne d'eau de 10 mètres, en supposant, conformément aux expériences de Laroche et Bérard, que, dans cet état, le calorique spécifique de l'air soit 0,267, celui de l'eau étant pris pour unité. L'élasticité de cet air augmenterait de $0^{m},0375$; la force vive produite serait donc capable d'élever à $0^{m},0375$ le poids d'un volume d'eau égal à celui qu'occupent les 2500 grammes d'air. Ce volume est de 1925 décimètres cubes ; ainsi, toute réduction faite, la force vive que nous cherchons est suffisante pour élever à un mètre de hauteur un poids de $72^{\text{kilog.}},2$, résultat plus que quadruple de celui que donne la vapeur.

Quoique je ne prétende déduire du rapprochement que je viens de faire aucune conséquence relative au meilleur moyen d'employer l'action de la chaleur comme force motrice, il est toutefois permis de croire qu'on retirerait quelque avantage du perfectionnement de celles des machines qui, comme le pyréolophore de MM. Niepce, ont pour moteur l'air subitement dilaté par la chaleur (1).

---

(1) La machine de MM. Niepce n'étant pas généralement connue, nous croyons utile d'indiquer au moins, en peu de

L'expression de la force vive produite par un fluide qui se dilate conduit très-simplement à la solution du problême qui a pour objet de déterminer les vitesses qu'acquièrent les différens corps d'un système mis en mouvement par l'expansion subite d'un gaz. Si nous considérons un nombre quelconque de corps dont les masses soient M, M', M'', etc., et les vitesses acquises U, U', U'', etc., et si nous appelons F la force vive développée

---

mots, le principe ingénieux sur lequel repose sa construction.

La masse d'air, qui par son réchauffement doit produire la force motrice, est renfermée dans un récipient de cuivre bien clos de toutes parts. Les parois de ce vase sont percées de deux ouvertures à chacune desquelles sont adaptés des tuyaux. L'un de ces tuyaux contient un piston sur lequel l'air exerce, au moment de sa dilatation, une pression capable de soulever un poids quelconque, tel que celui d'une colonne d'eau. Le second tuyau, très-étroit, est percé de deux ouvertures; la plus voisine du vase laisse passer la flamme d'une petite lampe ou d'une mèche, et la seconde sert à recevoir une matière pulvérisée extrêmement combustible. Enfin, à l'extrémité de ce même tube s'adapte la tuyère d'un soufflet au moyen duquel on introduit, à des époques régulières, une certaine quantité d'air dans l'intérieur du récipient. Cet air, obligé d'entraîner le combustible qui a été placé sur son chemin, le lance, à travers la flamme, dans le vase, où il arrive dans un état d'ignition complète. Le combustible, disséminé par le mouvement qu'il a reçu, dilate subitement et simultanément toute la masse d'air contenue dans le récipient, et produit ainsi une sorte d'explosion qui met le piston en mouvement.

par le fluide, et calculée comme nous l'avons indiquée, on aura d'abord $MU^2 + M'U'^2 + M''U''^2 +$, etc., $= F$. D'une autre part, puisque tous ces corps sont soumis à la même force, les quantités de mouvement acquises par chacun d'eux, après le même temps, doivent être égales; en sorte qu'on a $Mu = M'u' = M''u''$, etc. Ces équations, jointes à la première, feront connaître les valeurs de u, u', u'', etc.

Quand on ne considère que deux corps, les équations précédentes résolvent le problême du mouvement d'un projectile dans une bouche à feu; elles font connaître la vitesse du boulet et celle du recul, et permettent de déterminer l'étendue de la charge qui produit le *maximum* d'effet. Je ne m'arrêterai pas à l'examen de ces diverses questions qui ne présentent aucune difficulté, et qui sont sans intérêt dans la pratique, puisqu'il n'est pas vraisemblable que le gaz provenant de l'inflammation de la poudre éprouve des changemens d'élasticité conformes à la loi de Mariotte. Aussi faudra-t-il, lorsqu'on voudra évaluer la force vive développée par ce gaz, la conclure de l'effet qu'elle produit. En appelant M et u la masse et la vitesse du boulet, et M' la masse du canon, on trouvera par ce qui précède la force vive égale à $Mu^2\left(1 + \frac{M}{M'}\right)$.

La force vive possédée par un fluide employé comme moteur ne se communique pas toujours en totalité à la résistance. D'abord, le fluide peut être encore animé d'une certaine vitesse après avoir exercé son action; mais cette première cause de diminution dans l'effet s'évaluera toujours aisément, parce que la disposition

même de la machine fait connaître, dans chaque cas, la vitesse que conserve le fluide. Il est d'ailleurs évident qu'on doit entendre par cette vitesse, non pas celle du fluide par rapport à la machine, mais bien sa vitesse absolue dans l'espace, ainsi que Daniel Bernouilli l'a clairement établi dans son *Hydrodynamique*. On peut se faire une idée très-exacte de l'importance de cette distinction en considérant les effets de la machine à force centrifuge. On sait que cette machine se compose d'un certain nombre de tubes placés autour d'un axe vertical de rotation, comme les arêtes d'un cône tronqué dont la petite base plongerait dans l'eau. En faisant tourner l'axe au moyen d'une manivelle, la force centrifuge oblige l'eau à s'élever dans les tubes, d'où elle s'échappe par l'orifice supérieur pour être reçue dans une rigole circulaire. D'après cette disposition, il est évident que la vitesse avec laquelle l'eau s'échappe dépend de la position de l'orifice, et que cette vitesse est la plus petite possible quand cet orifice est percé latéralement sur chaque tube, de manière que l'eau s'écoule en sens contraire de celui où la roue tourne. Or, comme la force vive que l'eau conserve en entrant dans la rigole est entièrement perdue pour l'effet utile de la machine, on doit chercher à la diminuer autant qu'on le peut ; d'où il suit que l'orifice doit être placé comme nous venons de le dire, et non pas, comme on le fait ordinairement, à l'extrémité de l'axe du tube (1).

---

(1) Cette remarque, aussi juste que curieuse, m'a été communiquée par M. Ampère, qui s'est occupé de l'application du principe des forces vives à la théorie des machines, et qui

A la perte de force vive dont nous venons de parler, il faut joindre celle qui résulte des changemens brusques de vitesse, tels que ceux qui se produisent dans les machines mues par l'impulsion de l'eau. Dans ce cas, la communication du mouvement paraît avoir beaucoup d'analogie avec celle qui a lieu entre des corps dépourvus d'élasticité, puisqu'après s'être séparés, le fluide et la machine conservent des vitesses qui, estimées dans le sens du choc, sont égales entre elles. Il est donc naturel d'admettre la même perte de force vive que dans le choc des corps durs, c'est-à-dire, de la supposer égale à la force vive due à la vitesse perdue, en entendant par vitesse perdue, la résultante de la vitesse initiale et de la vitesse après le choc, prise en sens contraire de sa propre direction.

Ces principes établis, je vais en faire l'application au calcul des différentes espèces de roues hydrauliques.

Des Roues à aubes.

Soit u la vitesse du courant, et M la masse d'eau écoulée dans l'unité de temps. Appelons x la vitesse constante à laquelle les aubes parviennent lorsque le mouvement est devenu uniforme; cette vitesse dépend, comme on le sait, de la résistance que la roue doit surmonter. La vitesse perdue dans le choc étant $u-x$, la force vive qui y correspond est $M(u-x)^2$. En second lieu, le fluide, se mouvant après le choc avec une vi-

---

m'a dit être parvenu, de son côté, à plusieurs des résultats rapportés dans ce Mémoire.

tesse x, conservera une force vive Mx^2; ainsi, de la force vive totale Mu^2 possédée par le courant, il n'y aura de communiqué à la résistance que :

$$Mu^2 - Mx^2 - M(u-x)^2.$$

Cette quantité doit être nulle quand la résistance est nulle ou infinie. Les valeurs correspondantes de x sont $x=u$ et $x=o$. Entre ces deux limites, pour chacune desquelles l'effet produit serait nul, il existe une valeur de x qui rend l'expression précédente un *maximum*. On trouve, par la différentiation, que cette valeur de x est $\frac{u}{2}$, et que la force vive communiquée est égale à $\frac{mu^2}{2}$.

Ainsi, le plus grand effet possible des roues à palettes a lieu lorsque ces palettes prennent une vitesse moitié de celle du courant, et ce plus grand effet se borne à utiliser la moitié de la force vive possédée par le fluide.

Ces résultats se rapprochent beaucoup de ceux que Smeaton a déduits d'expériences directes.

Des Roues à augets.

Ce roues sont mues simplement par le poids de l'eau lorsque ce fluide entre dans les augets tangentiellement à la roue et avec une vitesse égale à celle de la circonférence. Si la vitesse de la roue est moindre que celle de l'eau affluente, celle-ci agit à-la-fois par le choc et par son poids. Examinons sucessivement ces deux cas.

Dans le premier, si l'on appelle u la vitesse de la roue prise à sa circonférence, et H la hauteur verticale de l'arc occupé à chaque instant par les augets plein d'eau, on voit que si l'eau tombait librement, elle acquerrait

une vitesse $\sqrt{u^2+2gH}$, puisqu'elle arrive déjà sur la roue avec la vitesse u. Ce moteur possède donc, dans ce cas, une force vive $M(u^2+2gH)$, M désignant toujours la masse d'eau écoulée dans l'unité de temps; mais l'eau sort des augets sans vitesse relative, et par conséquent avec une vitesse absolue dans l'espace égale à u; il y a donc une perte de force vive Mu^2, et la force vive communiquée à la résistance se réduit à $M.2gH$.

On voit par là que le *maximum* d'effet de ces roues exigerait que leur vitesse de rotation fût infiniment petite, et qu'alors la force vive du moteur serait employée en totalité.

Passons au second cas, et conservant aux lettres déjà employées leur première signification, appelons v la vitesse de l'eau affluente qui frappe les augets tangentiellement à la circonférence. On trouvera, comme précédemment, que l'eau possède une force vive égale à $M(v^2+2gH)$; qu'elle conserve, au moment où elle quitte l'auget, une force vive Mu^2, et qu'enfin le choc de l'eau occasionne une perte égale à $M(v-u)^2$. L'effet produit se réduit donc à $M(v^2+2gH)-Mu^2-M(v-u)^2$.

Pour connaître la vitesse la plus avantageuse d'une pareille roue, il faut rendre l'expression précédente un *maximum*; différentiant par rapport à u et égalant à zéro, on trouve $u=\frac{v}{2}$.

Les expériences de Smeaton sur les roues mues uniquement par le poids de l'eau sont aussi d'accord avec les résultats que nous venons d'obtenir. Il a seulement remarqué que la vitesse de la roue ne devait pas être au-dessous d'une certaine limite, passé laquelle les résistances, telles que le frottement, rendaient le mouvement irrégulier.

Des Roues mues par la réaction de l'eau.

La roue à réaction se compose d'un certain nombre de tuyaux horizontaux communiquant tous avec un même tuyau vertical autour duquel ils peuvent tourner. Le tuyau vertical est supposé constamment plein d'eau à la même hauteur, et chaque tuyau horizontal est percé latéralement d'une ouverture par laquelle le liquide s'écoule. Cet écoulement détermine une pression sur la paroi opposée à l'orifice, et c'est cette pression qui devient la force motrice de la roue.

Supposons la roue parvenue au mouvement uniforme, et appelons u la vitesse absolue de l'orifice, et a sa distance à l'axe de rotation. Soit H la hauteur de la colonne contenue dans le tuyau vertical. Cette hauteur mesure la pression exercée sur tous les points du tuyau horizontal dans l'état de repos; mais quand la roue tourne, la force centrifuge détermine une nouvelle pression que nous allons calculer.

Prenons pour axe des z, l'axe vertical de rotation, et pour axe des x, l'un des tuyaux horizontaux. Une particule fluide dont les coordonnées sont x et z sera soumise, d'une part, à la force g de la pesanteur, que nous prendrons négativement puisqu'elle tend à diminuer la coordonnée z, et à la force centrifuge provenant du mouvement horizontal de rotation. A une distance x de l'axe des z, la vitesse est $\frac{ux}{a}$; ainsi, la force centrifuge, étant égale au carré de la vitesse divisé par le rayon du cercle décrit, sera $\frac{u^2 x}{a^2}$. On aura donc, d'après les principes de l'hydrostatique, en appelant p la pression

$$dp = \frac{u^2 x}{a^2} dx - g dz.$$

Intégrant et observant que $p=o$ quand $x=o$ et $z=H$, on aura $p=\frac{u^2x^2}{2a^2}+g(H-z)$. Ainsi, à l'orifice ou $z=o$ et $x=a$, on trouve $p=\frac{u^2}{2}+gH$.

Et si l'on représente par H' la hauteur due à la vitesse u, on aura $p=g(H+H')$.

Maintenant, d'après la loi de l'écoulement des liquides, la vitesse produite par la pression d'une colonne d'eau d'une hauteur verticale $H+H'$ est égale à celle qu'acquerrait un corps grave en tombant de cette hauteur; ainsi l'eau sortira des tuyaux avec une vitesse relative $\sqrt{2g(H+H')}$, et par conséquent sa vitesse absolue dans l'espace sera $\sqrt{2g(H+H')}-\sqrt{2gH'}$.

La force vive perdue dans cette machine est donc $M(\sqrt{2g(H+H)}-\sqrt{2gH'})^2$.

Ainsi, pour trouver la vitesse qui convient au *maximum* d'effet, il faut chercher la valeur de H', qui rend un *minimum* l'expression $\sqrt{2g(H+H')}-\sqrt{2gH'}$; or, le coefficient différentiel de cette quantité par rapport à H' est :

$$g\left\{\frac{1}{\sqrt{2gH+H'}}-\frac{1}{\sqrt{2gH'}}.\right\}$$

Ce coefficient étant toujours négatif et ne devenant nul que quand H' est infini, nous en devons conclure que, dans la roue à réaction, il y a toujours une certaine portion de la force vive perdue; mais que cette perte diminue à mesure que la roue tourne avec une plus grande vitesse.

De la Danaïde de M. Mannoury.

On peut comprendre au nombre des roues hydrauliques la machine imaginée par M. Mannoury, et à laquelle il a donné le nom de *danaïde*.

La partie principale de cette machine est une cuve cylindrique de fer-blanc, dont la hauteur est à-peu-près égale au diamètre, et dont le fond est percé d'un orifice à son centre. Au travers de cet orifice passe un essieu vertical de fer retenu dans le haut par un collier, et posant, dans sa partie inférieure, sur un pivot qui lui permet de tourner sur lui-même en entraînant la cuve à laquelle il est fixement attaché. Cet essieu, dirigé suivant l'axe de la cuve, ne ferme pas complètement l'orifice central qu'il traverse; il laisse, au contraire, tout autour de sa circonférence une couronne vide par où l'eau affluente peut s'échapper.

A l'axe vertical est fixé un tambour aussi de fer-blanc, mais fermé par des fonds en haut et en bas. Ce tambour concentrique à la cuve, et qui tourne avec elle, en remplit presque toute sa capacité. Il règne seulement entre les parois latérales des deux cylindres un petit intervalle de quelques centimètres qui existe aussi entre le fond de la cuve et le fond de dessous du tambour. De plus, l'espace compris entre ces deux fonds est divisé en plusieurs cases par des diaphragmes dirigés de la circonférence du tambour jusqu'aux bords de l'orifice central; ces cases communiquent ainsi avec l'espace annulaire compris entre la cuve et le tambour.

L'eau arrive par le haut dans cet espace annulaire, au moyen d'un ou de plusieurs tuyaux par où elle coule d'un

réservoir placé au-dessus. L'orifice inférieur de ces tuyaux répond au niveau de l'eau dans la cuve, et ils sont dirigés horizontalement et tangentiellement à la circonférence moyenne, entre celle du tambour et celle de la cuve.

Les causes de perte de force vive se présentent d'elles-mêmes dans la machine que nous examinons. Elles sont dues, 1° à la vitesse que le fluide conserve en sortant par l'orifice central; 2° au choc de l'eau affluente contre celle qui est déjà contenue entre la cuve et le tambour. En rendant nulle, ce qui est possible, chacune de ces deux pertes de force vive, on aura les conditions nécessaires pour faire produire à la danaïde le plus grand de tous les effets possibles.

Pour y parvenir, désignons par H la hauteur totale de la chute d'eau comptée jusqu'au fond de la cuve; appelons H' la hauteur moyenne de l'eau renfermée dans l'espace annulaire compris entre le tambour et la cuve, et représentons par V la vitesse de rotation de cette eau; la vitesse de l'eau affluente sera $\sqrt{2g(H-H')}$, et cette vitesse devra être égale à la vitesse de rotation V, pour qu'il n'y ait point de choc : ce qui fournit d'abord l'équation $V=\sqrt{2g(H-H')}$. Il reste maintenant à égaler à zéro la vitesse avec laquelle l'eau sort de la danaïde. Pour trouver cette vitesse, rappelons un des résultats auxquels nous sommes parvenus en traitant de la roue à réaction : en considérant, dans un vase animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe vertical, deux points situés à la même profondeur, l'un sur l'axe, l'autre à une distance où la vitesse de rotation était u, nous avons trouvé que la pression exercée sur le second point

surpassait celle qu'éprouvait le premier de la quantité $\frac{u^2}{2}$; dans le cas de la danaïde, la pression soutenue par la partie du fond qui répond à l'espace annulaire est gH', et la vitesse de rotation y est V; la pression exercée au centre du fond sera donc $gH' - \frac{V^2}{2}$; et comme c'est cette pression qui détermine la vitesse d'écoulement de l'eau, on devra avoir $V^2 = 2gH'$, pour que l'eau sorte sans vitesse. Les deux valeurs de V étant égalées, nous donnent $H' = \frac{H}{2}$, et par conséquent $V = \sqrt{gH}$.

Ainsi, pour faire produire à la danaïde le plus grand de tous les effets possibles, il faut partager la hauteur de la chute d'eau en deux parties égales. La moitié supérieure de cette hauteur sera parcourue dans les tuyaux, et l'autre moitié sera occupée par l'eau, que la force centrifuge devra retenir entre la cuve et le tambour.

Il est presque inutile d'ajouter qu'il en est du résultat que nous venons d'indiquer comme de celui qui est relatif aux roues à augets. C'est simplement une limite dont il faut se rapprocher autant qu'on le peut; car, si on l'atteignait réellement, la machine ne dépensant point d'eau, ne produirait aucun effet.

Observations *sur des Combinaisons nouvelles entre l'oxigène et divers acides.*

Par M. L.-J. Thenard,

Lu à l'Académie des Sciences le 27 juillet 1818.

C'est en traitant le peroxide de barium par les acides que je suis parvenu à faire ces nouvelles combinaisons, qui, pour la plupart, sont très-remarquables et dignes de fixer l'attention des chimistes.

La première que j'ai observée est celle que l'acide nitrique peut former avec l'oxigène. Lorsque l'on humecte le peroxide de barium préparé en saturant la baryte d'oxigène, il se délite, tombe en poudre et s'échauffe à peine. Si, dans cet état, on le délaie dans sept à huit fois son poids d'eau, et si l'on verse dessus peu à peu de l'acide nitrique faible, il s'y dissout facilement par l'agitation sans qu'il se dégage de gaz, et de telle manière que la dissolution est neutre ou sans action sur le tournesol et le curcuma. En ajoutant alors à cette même dissolution une quantité convenable d'acide sulfurique, il se produit un précipité abondant de sulfate de baryte, et la liqueur filtrée ou décantée n'est plus que de l'eau chargée d'acide nitrique oxigéné.

Cet acide est liquide, incolore; il rougit fortement le tournesol, et ressemble, par presque toutes ses propriétés physiques, à l'acide nitrique.

Soumis à l'action du feu, il ne tarde point à laisser dégager de l'oxigène; cependant sa décomposition n'est complète qu'autant qu'on le maintient en ébullition pen-

dant quelque temps : il suit de là qu'il serait difficile de le concentrer par la chaleur sans l'altérer. Le seul moyen qui m'ait réussi consiste à le placer dans une capsule, sous le récipient d'une machine pneumatique; à mettre sous ce récipient une autre capsule pleine de chaux, et à faire le vide, à 10 ou 12 centimètres près. J'ai obtenu ainsi un acide assez concentré pour donner, en le distillant, onze fois son volume de gaz oxigène; tandis qu'auparavant il en donnait tout au plus un volume et demi.

Il s'unit très-bien à la baryte, à la potasse, à la soude, à l'ammoniaque, et les neutralise; mais je doute qu'on parvienne jamais à faire cristalliser les sels qui en résultent. Pour peu qu'on les chauffe, ils se décomposent et abandonnent leur oxigène; ils se décomposent encore, du moins tel est le nitrate oxigéné de baryte, en les abandonnant à une évaporation spontanée : la décomposition se produit au moment de la cristallisation. Il suffit même, pour les décomposer, de les placer dans le vide : au reste, ils partagent cette dernière propriété avec les dissolutions de carbonates saturés qui, dès que le vide est fait, à quelques millimètres près, entrent en une vive ébullition et passent à l'état de sous-carbonates. Les nitrates oxigénés, dans leur transformation en nitrates, ne changent point d'état de saturation.

L'on voit donc qu'en se combinant avec les bases salifiables, l'acide nitrique oxigéné, au lieu de devenir plus stable, acquiert, au contraire, plus de facilité à abandonner son oxigène : cela est si vrai, qu'en versant, dans une dissolution neutre et concentrée de nitrate oxigéné de potasse, une dissolution concentrée elle-même de

potasse, l'on y produit une effervescence assez vive due à un dégagement d'oxigène : la potasse agit sans doute sur le nitrate proprement dit. Ainsi, les bases se comportent relativement à l'acide nitrique oxigéné comme les acides ordinaires par rapport à certains peroxides, comme l'acide sulfurique, par exemple, par rapport à l'oxide noir de manganèse.

Je n'ai pas manqué de mettre l'acide nitrique oxigéné en contact avec les métaux; j'ai vu qu'il n'agissait pas sur l'or; qu'il dissolvait très-bien les métaux que l'acide nitrique est susceptible de dissoudre, et que cette dissolution avait lieu en général, sans dégagement de gaz et avec production de chaleur. Cependant il arrive quelquefois qu'il se dégage un peu d'oxigène d'abord : c'est lorsque l'action est trop vive, et c'est ce qui a eu lieu avec le zinc et l'acide concentré, au point de contenir quinze fois son volume d'oxigène.

L'une des questions les plus importantes à résoudre était de savoir combien l'acide nitrique oxigéné contenait d'oxigène. Pour cela, je commençai par analyser le deutoxide de barium. A cet effet, je chauffai une certaine quantité de baryte avec un excès d'oxigène dans une petite cloche courbe sur le mercure : cette base, pour passer à l'état de peroxide, absorba presque autant d'oxigène qu'elle en contient. Or, comme je m'assurai que la baryte extraite du nitrate renferme toujours un peu de peroxide, j'en conclus que, dans le deutoxide, la quantité d'oxigène est double de ce qu'elle est dans le protoxide; mais, dans les nitrates neutres, la quantité d'oxigène de l'acide est à la quantité d'oxigène de l'oxide comme 5 à 1; par conséquent, dans les nitrates oxi-

génés neutres, le rapport entre ces deux quantités est celui de 6 à 1 ; et par conséquent aussi, dans l'acide nitrique oxigéné, l'azote serait à l'oxigène en volume comme 1 à 3. Je raisonne ici dans l'hypothèse où l'acide serait pur, c'est-à-dire, où l'acide ne serait point un mélange d'acide nitrique et d'acide nitrique oxigéné.

Les acides phosphorique, arsénique et probablement borique sont capables, comme l'acide nitrique, de se charger d'oxigène ; ils le retiennent beaucoup plus fortement ; il en est de même des arséniates et des phosphates oxigénés ; si bien que j'espère que l'on pourra obtenir ces sels à l'état solide.

Je n'ai point encore pu oxigéner l'acide sulfurique ; tous les essais que j'ai faits à cet égard ont été sans résultat décisif.

Mes expériences sur l'acide acétique ont été beaucoup plus concluantes. Cet acide dissout le deutoxide de barium presqu'avec la même facilité que le fait l'acide nitrique ; il ne se produit point d'effervescence, et l'on obtient, par le procédé décrit précédemment, un acide qui, saturé de potasse et chauffé, laisse dégager une grande quantité d'oxigène. Seulement il se dégage en même temps une quantité très-notable d'acide carbonique ; ce qui prouve que l'oxigène, à l'aide de la chaleur, se porte en partie sur le carbone et sans doute sur l'hydrogène de l'acide.

Guidé par les expériences précédentes, j'examinai aussi l'action de l'acide hydrochlorique liquide sur le deutoxide de barium. J'avoue que je croyais qu'il en résulterait de l'eau, du chlore et un hydrochlorate de baryte ; il en fut tout autrement : j'obtins de l'acide hydrochlorique

oxigéné que j'isolai par l'acide sulfurique. Ce fait me parut si extraordinaire que je multipliai les expériences pour le constater. L'une des plus décisives est la suivante :

J'ai pris un fragment de baryte qui, pour passer à l'état de deutoxide, a absorbé 12 centilitres,41 de gaz oxigène; je l'ai ensuite fait déliter et l'ai dissous dans de l'acide hydrochlorique étendu : après quoi, par l'acide sulfurique, j'en ai précipité toute la baryte. La liqueur filtrée était telle qu'elle ne précipitait ni par l'acide sulfurique ni par le nitrate de baryte. Dans cet état, je l'ai saturée de potasse et l'ai portée peu à peu à l'ébullition. J'en ai précisément retiré toute la quantité d'oxigène absorbé primitivement par la base, à quelques parties près. Que l'on ajoute que, par l'évaporation, l'acide hydrochlorique oxigéné ne laisse aucun résidu ; que l'on observe de plus que la baryte, après son oxigénation, exige, pour passer à l'état d'hydrochlorate neutre, la même quantité d'acide qu'avant d'être oxigénée ; que l'hydrochlorate qu'elle forme alors ressemble à l'hydrochlorate ordinaire, et l'existence de l'acide hydrochlorique oxigéné ne devra plus paraître douteuse.

Je l'ai obtenu seulement au point de concentration où il contient quatre fois son volume d'oxigène. C'est un liquide très-acide, incolore, à-peu-près sans odeur, et qui rougit fortement la teinture de tournesol. Chauffé jusqu'à son degré d'ébullition, il se décompose et se transforme en oxigène et en acide hydrochlorique. Saturé de baryte, de potasse ou d'ammoniaque, il se décompose bien plus promptement, et ne laisse encore dégager que de l'oxigène. Il dissout le zinc sans effervescence ; il n'attaque point l'or à la température ordinaire, du

moins dans l'espace de quelques minutes. Son action sur l'oxide d'argent est très-curieuse. Ces deux corps donnent lieu à une aussi vive effervescence que si l'on versait un acide sur un carbonate : c'est que, comme il se forme de l'eau et un chlorure par la réaction de l'oxide d'argent et de l'acide hydrochlorique, l'oxigène combiné avec celui-ci devient libre tout-à-coup et reprend l'état de gaz.

La propriété qu'a l'acide hydrochlorique oxigéné d'être décomposé par l'oxide d'argent, de manière que l'oxigène de l'acide devienne libre, nous permettra probablement de faire facilement plusieurs autres acides oxigénés. C'est ainsi qu'avec l'acide hydrochlorique oxigéné et une dissolution de fluate d'argent l'on peut espérer d'obtenir de l'acide fluorique oxigéné.

Dans l'acide hydrochlorique oxigéné, l'hydrogène et l'oxigène sont dans les proportions nécessaires pour faire l'eau.

Tels sont les principaux résultats que j'ai observés jusqu'à présent : ils nous font connaître une nouvelle classe de corps qui sera peut-être nombreuse en espèces. Il faudra les rechercher, en étudier les propriétés, examiner les différentes circonstances dans lesquelles ils seront susceptibles de se former, voir si d'autres corps que les acides ne pourraient point s'oxigéner; de là, comme l'on voit, le sujet d'un assez long travail dont je me propose de présenter les parties à l'Académie à mesure que je les terminerai.

Depuis la lecture de ces observations, je me suis assuré que, par le procédé que je viens d'indiquer pour

obtenir l'acide fluorique oxigéné, l'on pouvait non-seulement se procurer cet acide, mais encore l'acide sulfurique oxigéné. Il sera même facile d'obtenir, de cette manière, tous les acides susceptibles de s'oxigéner.

L'acide fluorique oxigéné n'abandonne pas son oxigène à la température de l'ébullition.

L'acide sulfurique le laisse dégager facilement.

Je me suis aussi assuré que l'on pouvait combiner les acides nitrique et hydrochlorique oxigéné avec de nouvelles quantités d'oxigène. Probablement que les autres acides seront dans le même cas. Pour les obtenir, il suffit de traiter l'acide oxigéné par le deutoxide de barium, comme je l'ai décrit précédemment. Par exemple, pour suroxigéner l'acide hydrochlorique oxigéné, l'on saturera cet acide par le deutoxide de barium ; l'on précipitera la baryte par l'acide sulfurique, et l'on décantera la liqueur qui se trouvera renfermer tout l'oxigène provenant des deux portions de deutoxide de barium sur lesquelles l'opération aura été faite.

Ce qu'il y a de bien digne de remarque, c'est que le même acide pourra être oxigéné de nouveau plusieurs fois par le même procédé : j'en ai oxigéné ainsi jusqu'à sept fois.

Ces sortes de combinaisons ont-elles lieu en proportions définies ou indéfinies : c'est ce que des expériences ultérieures nous apprendront (1).

Quoi qu'il en soit, lorsque l'on verse un excès d'eau de baryte dans l'acide nitrique ou l'acide hydrochlorique

---

(1) Ces dernières observations ont été lues à l'Académie des Sciences le 10 août, et les suivantes le 17 du même mois.

oxigéné, et à plus forte raison suroxigéné, il se forme un précipité cristallin d'hydrate de deutoxide de barium. Ce précipité est très-abondant en paillettes nacrées et peu solubles dans l'eau. Celle-ci, à 10 degrés, le décompose et le transforme en gaz oxigène et en baryte ou protoxide de barium.

La strontiane et la chaux sont susceptibles d'être sur-oxidées toutes deux, de même que la baryte, par les acides sur-oxigénés. L'hydrate de deutoxide de strontium ressemble beaucoup à celui de barium ; celui de chaux est en paillettes plus fines.

Probablement que, par des moyens analogues, j'oxigenerai aussi les terres, ou du moins quelques-unes d'entre elles, et que je parviendrai à sur-oxider beaucoup d'oxides métalliques : je me propose pour cela de mettre un excès de base avec l'acide, ou de dissoudre la base dans l'acide et de la précipiter ensuite par la potasse, ou bien encore de mettre les hydrochlorates oxigénés en contact avec l'oxide d'argent qui, s'emparant de l'acide hydrochlorique, favorisera par cela même la combinaison de l'oxigène avec l'oxide qu'il s'agira de sur-oxider.

Sur *la Figure de la Terre, et la Loi de la pesanteur à sa surface.*

Par M. de Laplace.

(Lu à l'Académie des Sciences le lundi 3 août 1818.)

Les géomètres ont jusqu'à présent considéré la terre comme un sphéroïde formé de couches de densités quelconques, et recouvert en entier d'un fluide en équilibre.

Ils ont donné les expressions de la figure de ce fluide, et de la pesanteur à sa surface ; mais ces expressions, quoique fort étendues, ne représentent pas exactement la nature. L'Océan laisse à découvert une partie du sphéroïde terrestre ; ce qui doit altérer les résultats obtenus dans l'hypothèse d'une inondation générale, et donner naissance à de nouveaux résultats : à la vérité, la recherche de sa figure présente alors plus de difficultés ; mais le progrès de l'analyse, surtout dans cette partie, donne le moyen de les vaincre, et de considérer les continens et les mers tels que l'observation nous les présente. C'est l'objet de l'analyse suivante, dont voici les principales conséquences.

La terre étant un sphéroïde peu différent d'une sphère, et recouvert en partie par la mer ; la surface de ce fluide supposé en équilibre et fort peu dense, est du même ordre que celle du sphéroïde. Ainsi, cette surface est elliptique, lorsque le sphéroïde terrestre est un ellipsoïde ; mais son aplatissement n'est pas le même que celui du sphéroïde. Généralement les deux surfaces, quoique du même ordre, ne sont pas semblables : seulement elles dépendent l'une de l'autre. La théorie des attractions des sphéroïdes, exposée dans le troisième livre de la *Mécanique céleste*, m'a conduit aux expressions les plus simples de cette dépendance réciproque, et de la loi que suit la pesanteur sur chacune des surfaces. L'expression de cette loi est du même ordre que celle du rayon terrestre, et il en résulte ce théorême général, quelle que soit la densité de la mer :

« La pesanteur à la surface du sphéroïde, réduite au » niveau de la mer, en n'ayant égard qu'à la hauteur

» au-dessus de ce niveau, suit la même loi qu'à la sur-
» face de la mer. »

Cette loi bien déterminée par les observations du pendule, fera connaître la figure de la mer, au moyen d'un rapport très-simple que l'analyse établit entre elles : les observations du baromètre donneront l'élévation des continens au-dessus de la mer. On connaîtra donc les figures de la mer et du sphéroïde terrestre, et les lois que la pesanteur suit à leurs surfaces, par le concours de ces observations qu'il importe de multiplier, en leur donnant une grande précision et en ayant soin de les rendre comparables.

Le théorême précédent sur la pesanteur s'étend aux degrés des méridiens et des parallèles : ces degrés mesurés sur le sphéroïde, et réduits au niveau de la mer, en n'ayant égard qu'à la hauteur, suivent les mêmes lois qu'à la surface de la mer.

Dans le nombre infini des figures que comprend l'expression analytique des surfaces de la mer et du sphéroïde terrestre, on peut en choisir une qui représente l'élévation et les contours des continens et des îles : ainsi, je trouve qu'un petit terme du troisième ordre, ajouté à la partie elliptique du rayon terrestre, suffit pour rendre, conformément à ce que l'observation semble indiquer, la mer plus profonde et plus étendue vers le pôle austral que vers le pôle boréal, et même pour laisser ce dernier pôle à découvert. Mais la figure du sphéroïde terrestre est beaucoup plus compliquée; cependant, au milieu des inégalités qu'elle présente, on reconnaît par les expériences du pendule, que sa surface et celle de la mer sont à fort peu près elliptiques. Le rayon de la sur-

face de la mer, diminué du rayon du sphéroïde, est l'expression de la profondeur de la mer : cette expression, lorsqu'elle devient négative, représente l'élévation des continens ; d'où il suit que la profondeur de la mer est peu considérable et du même ordre que les élévations des continens au-dessus de son niveau.

La petitesse de cette profondeur, sur laquelle les observations du pendule que l'on fait maintenant dans les deux hémisphères répandront un nouveau jour, est un résultat important pour la géologie. Elle explique, sans l'intervention de grandes catastrophes, comment la mer a pu recouvrir et abandonner le même sol à plusieurs reprises. On conçoit, en effet, que si, par des causes quelconques telles que les éruptions des volcans sous-marins, des cavités se forment au fond de la mer ; ses eaux, en les remplissant, découvriront un espace d'autant plus étendu que la mer est moins profonde. Si, dans la suite des temps, ces cavités sont comblées, soit par l'éboulement de leurs parois, quand de fortes secousses souterraines les ébranlent, soit par les matières que les courans y apportent ; la mer viendra recouvrir l'espace qu'elle avait abandonné.

Je viens de considérer l'Océan, comme un tout dont les diverses parties communiquent entre elles ; ce qui a lieu pour la terre ; car les petites mers isolées, telles que la mer Caspienne, ne sont, à proprement parler, que des grands lacs. Mais on peut supposer au sphéroïde terrestre une figure telle que l'Océan ne puisse y être en équilibre, qu'en se divisant en plusieurs mers distinctes. L'analyse nous montre qu'alors l'équilibre peut s'établir d'une infinité de manières, et que les surfaces de ces mers sont

semblables, c'est-à-dire, assujetties à une même équation : seulement leurs niveaux peuvent être différens. Si l'on imagine une atmosphère incompressible, très-rare et peu élevée, qui enveloppe toutes ces mers et le sphéroïde terrestre; sa surface extérieure sera semblable à celle des mers, en sorte que l'élévation des points de cette surface qui correspondent à chaque mer sera constante; mais elle pourra être différente d'une mer à l'autre. Une communication qui viendrait à s'ouvrir entre ces mers, les réduirait au même niveau, et ce changement pourrait à-la-fois inonder et découvrir des parties considérables de la surface terrestre. Il suit de là que si l'Océan était dans un parfait équilibre, sa communication avec la mer Rouge et avec la mer Méditerranée maintiendrait au même niveau ces deux mers. La différence observée entre leurs niveaux est donc la partie constante de l'effet des causes diverses qui troublent sans cesse cet équilibre.

La pesanteur et les degrés des méridiens et des parallèles, mesurés sur le sphéroïde et réduits au niveau de la surface de l'atmosphère que je viens de considérer, en n'ayant égard qu'à la hauteur, sont les mêmes qu'à cette surface. C'est encore l'ellipticité de cette surface que donnent les deux inégalités lunaires qui dépendent de l'aplatissement de la terre; en sorte qu'elle est à-la-fois déterminée par ces inégalités et par les mesures des degrés et de la pesanteur. Les ellipticités obtenues par ces trois moyens sont à très-peu près les mêmes et égales à $\frac{1}{306}$. Cette identité remarquable prouve la petitesse des causes perturbatrices de la figure elliptique de la terre. Tous ces résultats subsisteraient encore dans le cas où de vastes

plateaux et de hautes montagnes recouvriraient une partie du sphéroïde terrestre.

L'analyse fait voir que l'équilibre de la mer est toujours possible, quel que soit l'axe de rotation du sphéroïde terrestre. Si la masse ou la densité de la mer était infiniment petite, l'axe principal de rotation de la terre serait celui du sphéroïde. La mer étant peu profonde et sa densité n'étant qu'un cinquième environ de celle de la terre, on conçoit qu'en écartant un peu, dans tous les sens, l'axe de rotation, de l'axe principal du sphéroïde; la série de ces écarts doit en offrir un qui donne à la terre entière un axe de rotation invariable. On voit ainsi généralement la possibilité de cet axe dont toutes les observations astronomiques établissent l'existence, et qui, dans le cas où la mer recouvrirait tout le sphéroïde terrestre, serait un axe principal de ce sphéroïde, en supposant les densités de ses couches, diminuées de la densité de la mer.

LETTRE *aux Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique *sur l'Origine des blocs de granite épars sur le Jura.*

« MESSIEURS,

» Vous avez imprimé deux Mémoires *sur les Blocs de granite du Jura*, l'un de M. Léopold de Buch, VII, 17, et l'autre de M. Deluc, VIII, 134, sur lesquels je vous prie de recevoir quelques observations. Suivant M. de Buch, ces blocs proviennent de la haute cime dite

la pointe d'Omex, qui est la partie antérieure, et comme le promontoire le plus septentrional de la chaîne ou du grand massif du Mont-Blanc, et ils ont été lancés par une explosion violente, et dispersés *d'un seul coup* sur les parties orientales du Jura opposées aux issues des vallées des Alpes. Mais, d'après M. Deluc, qui trouve l'opinion de M. de Buch beaucoup trop hardie, les blocs n'ont pas été lancés; ils sont sortis de l'intérieur de la terre par le refoulement des fluides élastiques comprimés et des eaux de la mer, lors du bouleversement des couches minérales.

» Il existe plusieurs autres opinions sur l'origine des blocs de granite du Jura, mais aucune n'a paru satisfaisante; tout prouve, au contraire, qu'on est encore loin de la véritable explication. La difficulté provient sans doute de ce que le phénomène a été produit par des causes qui ne renouvellent plus maintenant leur action sous nos yeux, et dont il ne reste pas de traces suffisantes pour les retrouver. C'est précisément ce vague répandu sur les causes des phénomènes de la géologie qui donne tant d'attraits à cette science. On peut, en ce genre, hasarder son opinion, quelque absurde qu'elle soit, sans paraître extravagant; et peut-être dois-je m'en féliciter, quoique, tout naturellement, l'explication que je vous offre, me paraisse plus vraisemblable que les autres.

» L'explosion de M. de Buch n'a rien d'impossible en elle-même; mais je ne sais si on admettra volontiers l'existence d'une force aussi considérable que celle qui aurait été nécessaire pour lancer, à la distance de trente lieues, des blocs d'un poids énorme. M. de Buch

a puisé l'idée de cette explosion dans la décharge d'une pièce de canon, et il explique très-bien par là comment les blocs de granite ont pu traverser un espace immense sans tomber. Mais si la comparaison est exacte, on doit trouver vers la pointe d'Ornex, au moins, des restes de cette bouche à feu dirigée dans le sens de la vallée du Rhône ; on doit aussi en trouver d'autres dans le *Grindelwald,* les montagnes de *Glaris,* etc. ; car les blocs qu'on observe sur les faces du Jura opposées aux vallées de l'*Aar,* de la *Limmat*, etc., ne sont pas de la même nature que les blocs de la face opposée à la vallée du Rhône. A en juger par les explosions volcaniques, l'axe d'un cratère est toujours dirigé verticalement, parce que c'est dans ce sens que la résistance est moindre. On devrait donc retrouver des blocs dans toutes sortes de directions autour du centre d'explosion ; mais bien loin de là, ils reposent principalement sur les faces du Jura opposées aux vallées qui se dirigent vers cette chaîne, et, ce qui est fort remarquable, ils ne sont pas de même nature pour chacune d'elles.

» M. de Buch croit tirer un très-fort argument en faveur de son hypothèse, de ce que les blocs ne se trouvent sur le Jura que vis-à-vis de quelques vallées des Alpes. Pour moi, il me semble que ce même argument lui est tout-à-fait contraire, L'explosion n'a certainement pas pu suivre les sinuosités des vallées ; et si on suppose qu'elle a été assez élevée pour les éviter, on devrait trouver des blocs dans toutes sortes de directions.

» Quant à l'hypothèse de M. Deluc, elle me paraît trop peu vraisemblable, malgré la réputation de son

auteur, pour nécessiter une réfutation détaillée. « Des » pierres sorties de l'intérieur de la terre par le refoulement des fluides élastiques comprimés et des eaux » de la mer, lors du bouleversement des couches miné» rales » : c'est de la physique du bon vieux temps.

» Les masses éparses sur les pentes du Jura n'étant point un phénomène isolé, leur origine doit être semblable à celle des blocs que l'on trouve dans les plaines, loin de leur site primitif. La plupart des chaînes de montagnes sont entourées de débris détachés de leurs flancs ou de leurs cimes, et entraînés au loin par l'action lente, mais continuelle des eaux. Les vallées basses des Alpes sont encombrées de cailloux roulés à des profondeurs considérables, et les plaines sableuses du nord de l'Allemagne, renferment une quantité énorme de pierres dont il faut aller chercher l'origine en Suède et en Norwège. Ici, je ne comprends plus comment M. de Buch, à qui l'on doit ces intéressantes observations, a pu concevoir que tant de blocs, mêlés avec des sables et des cailloux roulés qui paraissent avoir la même origine, sont sortis d'un foyer d'explosion dont on ne retrouve point de traces, et ont été transportés à des distances de plusieurs centaines de milles. Accoutumé à voir la nature en grand, ce célèbre géologue veut assigner de grandes causes aux effets qui nous paraissent extraordinaires; mais plus il est difficile de deviner les propriétés des forces qui ont été modifiées ou anéanties par les révolutions des siècles, plus on doit se défendre du merveilleux, et chercher à expliquer les phénomènes en supposant que la nature continue à agir aujourd'hui, sur une plus petite échelle, comme elle agissait autrefois.

» Pour en venir maintenant à l'explication des blocs du Jura, que je crois plus vraisemblable que celle de M. de Buch, je vais exposer très-succinctement les bases sur lesquelles elle repose.

» 1°. C'est un fait qu'on observe journellement, que les torrens des montagnes entraînent des pierres à de grandes distances, et que les vallées et les plaines qui environnent les montagnes, sont couvertes de cailloux roulés, quelquefois à de grandes profondeurs.

» 2°. C'est encore une vérité qu'on n'aurait osé avancer à l'époque où l'on faisait cristalliser les montagnes dans les eaux, mais qui est aujourd'hui incontestable, que les montagnes calcaires secondaires dont les couches sont parallèles, et qui renferment des coquillages posés dans le sens des couches, ont été formées par relèvement, ou, si l'on veut, par affaissement; mais le premier mode me paraît infiniment plus probable que le second.

» 3°. C'est aussi un fait incontestable que les Alpes ont été formées, et que leurs eaux ont roulé des blocs long-temps avant l'existence du Jura. D'après ces faits, je conçois que les blocs de granite qu'on trouve sur le Jura, tant sur sa pente orientale que sur sa pente occidentale, sont venus originairement des Alpes, par leurs vallées, très-probablement à la faveur des eaux ou des glaces, et qu'ils ont été soulevés lors de la formation du Jura par relèvement.

» Cette explication est plus naturelle que celle de M. Deluc; elle acquerra même plus de vraisemblance si j'ajoute qu'elle est à-peu-près celle qu'avait adoptée le célèbre Dolomieu.

» Au reste, il est plus facile de réfuter les hypothèses des autres que d'en imaginer de bonnes : n'en point faire serait le mieux ; mais il est trop difficile de résister à cette tentation, surtout en géologie.

» J'ai l'honneur d'être, etc. »

J.-L.

Note *sur un nouvel Alcali.*

Par MM. Pelletier et Caventou.

(Lu à l'Académie des Sciences le 10 août 1818.)

En faisant l'analyse de la fève Saint-Ignace et de la noix vomique, nous avons extrait de ces deux graines la substance à laquelle elles doivent l'action qu'elles exercent sur l'économie animale.

Cette substance blanche, cristalline, d'une amertume insupportable, se présente sous forme de lames quadrangulaires ou de prismes à quatre pans, terminés par une pyramide à quatre faces, un peu surbaissée. Elle est très-peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, et formée, comme la plupart des matières végétales, d'oxigène, d'hydrogène et de carbone. Elle est surtout remarquable par ses propriétés alcalines, comme la morphine, dont cependant elle diffère essentiellement. Elle rétablit la couleur bleue du tournesol rougie par un acide, forme avec les acides eux-mêmes des sels neutres solubles dans l'eau et plus ou moins facilement cristallisables. Traitée par l'acide nitrique affaibli, elle donne lieu à un nitrate;

mais l'acide nitrique concentré réagit sur ses élémens et la décompose; la dissolution est alors d'un rouge de sang, passe au jaune et donne de l'acide oxalique. L'acétate est extrêmement soluble, le sulfate l'est moins et cristallise en lames rhomboïdales.

Cette matière agit sur l'économie animale comme l'extrait alcoolique de noix vomique, mais avec beaucoup plus d'énergie.

La classe des substances végétales acides est nombreuse; celle des substances alcalines était, au contraire, bornée à la morphine; cependant M. Vauquelin avait signalé des propriétés alcalines dans une substance obtenue par lui, en faisant l'analyse du *daphne alpina*. Notre matière formera un nouveau genre dans cette classe, qui peut devenir plus nombreuse, et que M. Vauquelin a entrevue le premier. Pour rappeler ces faits et désigner notre substance par un nom qui nous évitera des périphrases, nous nous proposons de l'appeler *vauqueline*. Nous pensons que ce nom vaut mieux qu'un autre tout-à-fait insignifiant, ou qui indiquerait des propriétés qu'on pourrait rencontrer dans d'autres corps.

EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 29 *juin* 1818.

Au nom d'une commission, M. Desfontaines fait un rapport sur le Mémoire de M. Houtou-Labillardière, concernant *le palmier Nipa.*

Ce Mémoire renferme une description plus exacte et plus complète du Nipa, que celles qui avaient été données par Rumphius et Thunberg; et, ce qui est plus important encore, c'est qu'elle nous fait connaître de nouveaux rapports entre *les palmiers, le Nipa et le Pandanus,* et qu'elle fixe nos idées sur le rang que ces derniers doivent occuper dans la série des ordres naturels.

M. Percy, au nom d'une commission, fait un rapport sur les *instrumens d'acoustique* que M. le Dr Laennec a présentés à l'Académie, et qui, suivant lui, *peuvent être employés comme moyen d'exploration dans les maladies des viscères thoraciques, et particulièrement dans la phthisie pulmonaire.*

« Le peu d'avantage qu'on retire, dans beaucoup de » cas, de la percussion de la poitrine suivant la mé- » thode d'Avenbruger, et la considération de la facilité » avec laquelle le son se transmet à travers les corps » solides, ont suggéré à l'auteur l'idée d'étudier, à l'aide » d'intermédiaires semblables, les différens bruits que » les mouvemens des organes respiratoires et circula- » toires, peuvent produire dans l'intérieur de la poitrine, » et de rechercher si les bruits dont il s'agit peuvent » donner des signes plus certains que ceux que nous » connaissons, relativement aux maladies des organes » contenus dans ces cavités. »

L'instrument dont M. Laennec se sert pour l'exploration de la voix, est un cylindre en bois, d'un pied de longueur, de 16 lignes de diamètre, et perforé dans son centre par un canal d'environ 3 lignes de diamètre. Ce canal, appliqué sur la poitrine d'un individu sain qui parle ou qui chante, ne fait entendre qu'une sorte de frémissement plus marqué dans certains points de la poitrine que dans d'autres. Mais lorsqu'il existe un ulcère dans le poumon, le frémissement se change en un phénomène tout-à-fait singulier, nommé *pectoriloquie* par M. Laennec, et que les commissaires regardent comme très-propre à fournir un signe certain et facile de quelques altérations du poumon. L'auteur a distingué trois

espèces de *pectoriloquies* qui, d'après ses recherches anatomiques, correspondent à la grandeur des ulcères du poumon, à leur état de vacuité ou de plénitude, et à la consistance de la matière qu'ils renferment.

M. de Humboldt lit son *Mémoire sur l'Influence de la déclinaison du soleil sur le commencement des pluies équatoriales.* (*Voyez* le précédent Cahier.)

M. Biot commence la lecture de son *Mémoire sur l'Emploi des phénomènes de la polarisation dans l'étude des substances minérales.*

La Section de Botanique présente, en comité secret, une liste de candidats pour la place de professeur de botanique à l'école de Pharmacie. Les deux premiers candidats sont : M. Guiart et M. Houton-Labillardière.

Séance du lundi 6 juillet.

On procède au scrutin pour la place de professeur de botanique : M. Guiart est nommé.

M. Biot continue la lecture qu'il avait commencée dans la séance précédente.

M. Godefroi lit un Mémoire sur cette question : *L'acte de la végétation développe-t-il de la chaleur dans les plantes?* (Ce Mémoire est renvoyé à l'examen d'une commission.)

M. Cloquet lit un *Mémoire sur la Membrane pupillaire.* (Une commission est chargée d'examiner ce travail.)

Des commissaires sont également chargés de rendre compte à l'Académie d'un Mémoire de M. Lefèvre, dont elle a entendu la lecture, et qui est relatif à une classification botanique.

Séance du lundi 13 juillet.

M. Arago communique une lettre de M. Freycinet. (*Voyez* le précédent Cahier, p. 223.)

M. de Beauvois fait un rapport sur le Mémoire que M. Delille avait lu à l'Académie, concernant le *palmier-dattier.*

Les commissaires ont jugé que le Mémoire de M. Delille renferme plusieurs détails curieux et utiles ; nous en extrairons le suivant : « Lorsqu'un dattier a vieilli » et que la sève commence à se porter plus faiblement » à son sommet, il est possible, me disait un cultiva- » teur des environs du Caire, de couper le dattier et de » le replanter, en descendant son sommet en terre : une » année avant cette opération, on enfonce deux coins » de bois en croix dans le tronc, à trois coudées environ » au-dessous des feuilles. On recouvre ces coins et les » nouvelles blessures, d'un bourrelet de limon soutenu » avec un réseau de corde. On tient le limon humide..... ; » on coupe le sommet au-dessous de ce bourrelet, et on » le plante dans un trou près d'une rigole pour l'ar- » roser. »

On lit un Mémoire de M. Portal *sur la Membrane pupillaire.*

M. Girard rend un compte verbal du *Voyage* du général Andréossi. (Nous nous proposons de donner nous-mêmes un extrait détaillé de cet intéressant ouvrage.)

M. Edwards lit un second *Mémoire sur les Asphyxies.* (*Voyez* plus haut.)

Séance du lundi 20 juillet.

M. Wurtz, ex-directeur des subsistances militaires, adresse des tableaux pour concourir au prix de statistique.

M. Pictet, de Genève, communique une Note de M. Mackensie *sur un Arbre qui paraît avoir été pétrifié en place, en Ecosse, dans un banc de schiste argileux.* M. Bosc donne quelques détails sur un fait analogue qu'il a observé depuis long-temps, et qui peut se voir encore près Versailles, commune de Gif, dans l'enclos d'un moulin à eau, au nord du village.

M. Brochant fait un rapport sur les expériences de M. Beudant. (Un extrait détaillé du Mémoire de M. Beudant a été inséré dans ce volume, page 5.)

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un *Mémoire sur les Organes de la voix.*

La commission, nommée au scrutin, pour l'examen des ouvrages de statistique se compose de MM. Coquebert-Montbret, Fourier, de Laplace, Lacépède et Maurice.

Nous avons rendu compte, dans le Cahier précédent, page 191, de l'opération chirurgicale que M. Richerand venait de faire sur la personne de M. Michelleau, officier de santé à Nemours, et par laquelle il avait établi la possibilité de l'excision d'une certaine étendue des côtes et de la pénétration dans la poitrine par une ouverture plus ou moins grande. Nous avons appris, depuis quelques jours, que les espérances qu'elle avait fait naître ne se sont pas réalisées. L'affection cancéreuse qu'on avait voulu extirper, en enlevant huit pouces carrés de la plèvre, s'est reproduite presque aussitôt, et M. Michelleau est mort des suites de cette maladie, sans avoir, à ce qu'il paraît, tiré aucun soulagement de la cruelle opération qu'il avait endurée.

NOUVEAUX DÉTAILS *sur les Phénomènes que présentent maintenant les mers polaires.*

Nous nous proposons de réunir, dans cette Note, quelques détails authentiques que nous avons extraits des Journaux scientifiques anglais, au sujet de la débâcle qu'éprouvent maintenant ces montagnes de glace dont les côtes du Groënland étaient entourées depuis plusieurs siècles, et qui empêchaient les navigateurs de s'approcher du pôle boréal. Nous y ajouterons plusieurs observations nouvelles sur les courans qui ont fait croire, ainsi qu'on a pu voir tome VII, page 193 et suiv., à une communication

directe de la baie de Baffin avec les mers polaires, et à une séparation complète de l'Asie et de l'Amérique.

Le capitaine Beaufort rencontra, le 4 octobre dernier, par une latitude de 46°.30′ nord, des montagnes de glace que les courans poussaient vers le sud.

Le lieutenant Parry fit une rencontre pareille le 2 avril, par une latitude de 44°.21′ nord.

Le sloop de guerre *the Fly*, vers la fin de mars, passa entre deux grandes îles de glaces flottantes, par le 42me degré de latitude.

La Grâce, Paquet-Boot de Halifax, commandé par le capitaine Vivian, étant parvenu, le 28 mars dernier, à la latitude de 41°.50′ N. et à 50°.53′ de longitude ouest de Greenwich, éprouva pendant toute la journée un vent du nord excessivement froid, et qui fit présager l'approche des glaces. Effectivement, le lendemain on aperçut une multitude d'îles flottantes dont quelques-unes s'élevaient de 200 à 250 pieds au-dessus de la surface des eaux, se mouvaient dans toutes sortes de directions et occupaient un espace de plus de sept lieues.

M. William Dayment, *master* du Brig *Ann* de *Poole*, quitta le port de *Greenspond*, à Terre-Neuve, dans la matinée du 19 janvier 1818, et dès le soir rencontra des îles flottantes. Le lendemain, au lever du soleil, le bâtiment était tellement pris dans les glaces, qu'on n'apercevait aucune issue même du haut des mâts.

La glace, dans toute cette étendue, s'élevait d'environ 14 pieds au-dessus de la surface des eaux; elle se mouvait vers le sud-est, et entraîna le bâtiment dans cette même direction pendant *vingt-neuf* jours consécutifs. Le 17 février, le capitaine Dayment, se trouvant alors à 300 milles à l'est du cap Race et par 44°.37′ de latitude nord, aperçut une issue vers le sud-est et parvint à se dégager. Depuis le 19 janvier jusqu'au 3 février, le brig ne faisait guère que 4 milles (1 lieue $\frac{1}{3}$) en un jour; mais, à partir du 3 février et jusqu'au 17 du même mois, la vitesse était de près d'un mille par heure. M. Dayment rapporte qu'il a aperçu pendant les 29 jours qu'a duré

cette singulière navigation, plus de *cent montagnes* très-étendues de la glace compacte et bleuâtre que les marins appellent *glace du Groënland.*

Dans son passage de Saint-Jean-de-Terre-Neuve en Ecosse, le brig *Funchal*, de Greenock, rencontra, à deux reprises différentes, de grands champs de glace; d'abord, le 17 janvier 1818, à 15 milles environ du port qu'il venait de quitter, et ensuite le 20 du même mois, par 47° ½ de latitude. Le premier avait 8 milles (près de 3 lieues) de large; on n'en voyait pas la limite dans la direction du nord. Le second, également très-étendu, portait, à son centre, une immense montagne de glace (*an immense ice-berg.*)

Nous terminerons ici cette énumération; elle suffit pour prouver que la dislocation des glaces a dû arriver en même temps sur une grande étendue des mers polaires, et qu'elle continue encore. Les journaux ont annoncé que quelques-unes de ces îles flottantes étaient descendues jusque vers les tropiques, en conservant néanmoins d'assez grandes dimensions, et qu'entre autres, on en avait rencontrées près du canal de Bahama. Nous n'avons aucune raison pour révoquer le fait en doute; mais nous nous sommes imposé la loi de ne rapporter, dans cette notice, que des exemples accompagnés de détails authentiques, et c'est un caractère qu'on ne saurait refuser à ceux qui précèdent; car nous les avons pris dans une dissertation de M. Barrow, secrétaire de l'amirauté anglaise.

Le mouvement des glaces qu'on a observées depuis quelques années dans le voisinage du banc de Terre-Neuve, prouve qu'il existe sur la côte de Labrador un courant qui, *dans toute saison*, est dirigé *du nord au sud.* Ce résultat est confirmé d'ailleurs par le témoignage de tous les navigateurs, et entre autres par celui du capitaine Buchan, qui a été stationné dans ces parages pendant cinq années consécutives. Il en résulte que le courant connu sous le nom de *Gulf stream*, et qui coule, du sud au nord, le long de la côte orientale des Etats-Unis, ne s'étend pas au-delà de Terre-Neuve, et que ce n'est pas par cette voie que les productions des

tropiques peuvent être transportées *dans les mers polaires.* Parmi les nombreux exemples qu'on pourrait citer pour confirmer le fait que le *Gulf stream* parvenu à Terre-Neuve dévie vers l'est, et qu'après une seconde inflexion il se dirige vers les côtes de France, d'Espagne, de Portugal et d'Afrique, nous choisirons les deux suivans, qui sont d'une date récente.

Le 25 juin 1817, le capitaine de la *Catherine* de Londres, se trouvant par 44° de latitude nord et une longitude estimée de 13°.49′ à l'ouest de Greenwich, jeta dans la mer une bouteille bien scellée, dans laquelle il avait renfermé un billet; cette bouteille a été pèchée le 10 de novembre dernier, au milieu de la baie de Carnata, dans le royaume de Galice.

En mai 1817, et précisément dans la même baie de Carnata, on a recueilli une seconde bouteille flottante contenant un billet adressé à M. John Williamson Shik de Géorgie, et jetée à la mer par le capitaine W. Baugh, par 49° de latitude nord et 43° de longitude occidentale, pendant son voyage à Liverspool, sur le bâtiment *Georgia.* Le billet n'était pas daté.

On devine combien de notions curieuses on acquerrait bientôt sur la direction et la vitesse des courans permanens qui traversent l'Océan dans différentes directions, si les navigateurs prenaient la peine de confier, de temps à autre, aux flots de la mer, des bouteilles bien cachetées, et renfermant chacune l'indication précise du lieu et du jour où elles auraient été jetées. Il est probable, par exemple, que si cette pratique avait été en usage à bord de l'expédition de Cook, pendant qu'il explorait les côtes septentrionales de l'Asie et de l'Amérique, on ne disputerait plus maintenant sur la séparation de ces continens, et que l'on saurait si le détroit de Béhring n'est, comme le capitaine Burney le prétend, que l'entrée d'une baie profonde, ou s'il communique avec la mer qui baigne le pôle boréal.

Nous avons dit précédemment qu'il règne, *en toute saison*, le long de la côte de Labrador, un courant dirigé *du nord au sud,* et dans lequel on trouve souvent des bois flottans qui n'ont pu végéter que sous les tro-

piques : il semble dès-lors difficile de concevoir qu'ils aient atteint les mers polaires autrement que par le détroit de Béhring. Le gouverneur de l'établissement danois du Disco, situé sur la côte occidentale du Groënland, possède une table d'acajou faite avec un tronc qui fut pêché dans ces parages, au milieu du courant boréal dont nous venons de parler : on y recueillit en même temps un arbre de l'espèce connue sous le nom de *bois de campêche*. Si ces productions de l'isthme qui joint les deux Amériques provenaient du golfe du Mexique, le *Gulf stream* aurait pu les entraîner jusqu'à Terre-Neuve, et de là vers quelques points des côtes de France ou d'Espagne ; mais on ne saurait admettre qu'elles ont *suivi* la côte de Labrador, et *remonté* le courant rapide qui débouche par le détroit de Davis.

En 1786, l'amiral danois Lowenorn, étant en vue de la côte orientale du Groënland, dans une latitude de 65°.11′ et par 35°.8′ de longitude à l'ouest de Paris, découvrit aussi un tronc d'acajou tellement grand, qu'il fallut le scier pour le hisser sur le bâtiment. Ce tronc était mangé des vers jusqu'à son centre ; circonstance sans laquelle, comme on sait, il n'aurait pu surnager. On le pêcha dans le courant dirigé du *nord-est au sud-ouest*, parallèlement à la côte du Groënland, qui amène, tous les ans, de si grandes quantités de bois flottans sur les rives septentrionales du Spitzberg, de l'île de Jean-Mayen et de l'Islande. Ici, on n'aurait pas la ressource de supposer que l'acajou a été charrié dans les mers polaires par des fleuves inconnus dont les embouchures seraient situées au nord de l'ancien et du nouveau continent, puisqu'on sait que cet arbre ne croît qu'en Amérique et près de l'équateur. Ajoutons que les autres espèces de bois flottans qui viennent remplir les baies du Spitzberg sont souvent perforées par *des vers de mer* (*sea-worm*), qui ne vivent que dans des climats chauds.

Le système que nous avons développé tome VII, et suivant lequel toutes ces productions des tropiques seraient parvenues dans le bassin polaire par le détroit

de Béhring, suppose qu'il existe dans l'Océan Pacifique un courant dirigé du sud au nord, et dont le courant atlantique boréal qui débouche par le détroit de Davis, par le Spitzberg et la côte orientale du Groënland, serait, pour ainsi dire, le prolongement. Or, quoique les mers du Japon et du Kamstchatka aient été beaucoup moins frequentées que l'Océan Atlantique boréal, les navigateurs ont cependant recueilli quelques faits qui mettent l'existence d'un tel courant, hors de toute contestation.

Chaque année, d'immenses quantités de bois flottans sont jetées sur les rives *méridionales* des îles dont se compose l'archipel *Aleutien*. On y remarque du mélèze, du sapin, du tremble, et d'autres arbres qui croissent en abondance, mais plus au sud, sur les deux côtes opposées de l'Asie et de l'Amérique. Le vrai bois de camphre (*the true camphor-wood*), production des climats chauds, mérite une mention particulière, puisqu'il montre que le mouvement des flots du sud au nord se fait sentir dans l'Océan Pacifique, même très-près de l'équateur. Ce bois ne s'arrête pas en totalité dans les baies méridionales des îles Aleutiennes. Des quantités fort considérables flottent dans les passages que ces îles laissent entre elles, et sont poussées jusqu'au-delà du détroit de Béhring. Pendant le dernier voyage de Cook, les équipages de *la Résolution* et de *la Découverte*, déjà parvenus au 70me degré de latitude, pêchaient journellement dans la mer le bois nécessaire à leur consommation. Le capitaine Clerke dit expressément, dans son journal, que ces bois faisaient un excellent feu et n'étaient pas du tout imbibés d'eau (*it was not in the least water-soaked*); ce qui semble entraîner la conséquence qu'ils ne flottaient pas depuis un temps très-long, et que les arbres que le courant austral avait amenés dans ces parages, l'année précédente, s'étaient déjà fait jour jusqu'au bassin polaire.

Le courant *nord-sud* qui règne le long des côtes du Spitzberg et du Groënland est rapide et occupe un grand espace, tandis que le courant *sud-nord* que Cook a

remarqué dans le détroit de Béhring est resserré et n'excède pas un mille (un tiers de lieue) à l'heure. Cette dissemblance est le plus fort, et peut être le seul argument qu'on puisse opposer à l'assimilation des deux courans. M. Barrow imagine que le déficit du bassin polaire est rempli à l'aide d'un courant qui, suivant lui, coule avec une grande rapidité *au-dessous* de la barrière de glace qu'on rencontre au nord du détroit de Béhring; et pour montrer que cette idée n'a rien que de très-naturel, il fait remarquer que les montagnes de glace (*seebergs*), dont la base plonge considérablement dans l'eau, marchent quelquefois en sens contraire des vents et des masses qui ne reposent, pour ainsi dire, que sur la surface des vagues. « Il est vraiment » surprenant, dit le naturaliste Fabricius, qui a résidé » pendant plusieurs années au Groënland, de voir la » rapidité avec laquelle une montagne de glace se meut » quelquefois contre le vent; mais il est clair que ceci » dépend de ce que la base de la montagne, étant plongée » très-profondément dans l'eau, reçoit une grande impulsion d'un courant inférieur, tandis que le vent ne » peut s'exercer que sur la portion bien moindre qui » s'élève au-dessus de la surface de la mer. Les montagnes de glace ayant des profondeurs très-inégales, » on concevra aussi aisément comment il arrive parfois » que l'une d'elles suit la direction des courans déterminés à la surface par l'action du vent, tandis qu'une » autre, toute voisine, se meut ou moins vite ou dans » un sens opposé. »

Nous terminerons cet article en rapportant quelques observations relatives à la température et à la gravité spécifique des eaux de la mer, faites dans le voisinage du Groënland. On y trouvera la preuve, si on les compare à celles de John Davy, tome VII, page 50 et suiv., que l'opinion suivant laquelle la salure, et par conséquent la densité des eaux de l'Océan, est d'autant moindre que la latitude est plus élevée, n'a aucun fondement.

	Latitude.	Longitude.	Température de l'eau de la mer.	Pesanteur spécifique.	Remarques.
1811 juillet 2	78°.20′N.	4°.10′ Est.	+ 3°,0 centig.	1,0265	
17	70.36	1.35	+ 6,1	1,0271	
1812 avril 28	70. 0	2.40	+ 4,4	1,0274	
1814 avril 21	72.16	8.30	+ 5,0	1,0269	
1815 avril 9	72.37	6.11	+ 3,9	1,0261	Point de glace.
avril 18	77.35	5.40	+ 3,4	1,0267	Parmi la glace.
mai 24	78. 0	4.36	+ 1,1	1,0259	Beaucoup de glace.

Les longitudes, dans cette table, sont comptées du méridien de Paris.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
1	761,06	+22,6	61	760,00	+26,6	56	758,76	+26,2	52	758,13	+20,9	75	+26,7	+14,2	Légers nuages.	N. E.
2	757,46	+22,0	68	756,90	+26,5	65	757,61	+22,0	79	760,14	+15,7	77	+26,5	+14,5	Très nuageux.	N. E.
3	763,16	+16,2	67	762,49	+20,0	60	762,99	+20,7	57	761,47	+16,2	70	+20,8	+10,2	Nuageux.	N. E.
4	757,32	+21,7	61	758,77	+22,5	62	758,58	+21,5	68	759,30	+16,5	78	+22,8	+12,5	Quelques éclaircies.	O.
5	758,20	+21,8	63	758,13	+22,2	65	757,40	+23,9	57	758,38	+19,5	80	+25,1	+13,7	Très-nuageux.	N. O.
6	760,20	+21,6	65	759,84	+23,5	64	759,30	+24,0	62	758,85	+18,5	73	+24,0	+13,7	Couvert.	E. N. E.
7	756,44	+19,7	65	755,30	+22,1	62	753,75	+23,0	53	753,30	+17,0	69	+23,3	+12,5	Légers nuages.	E.
8	754,15	+20,7	72	754,34	+23,1	62	754,62	+23,7	54	756,88	+16,0	79	+23,7	+12,7	Nuageux	N. O.
9	759,52	+20,7	65	759,76	+23,2	54	759,76	+23,2	52	761,09	+17,2	67	+23,3	+10,5	Très-nuageux.	N. O.
10	761,49	+20,4	65	760,80	+23,7	54	760,16	+23,2	50	759,00	+20,9	60	+23,7	+13,2	Nuageux.	O.
11	757,58	+23,6	67	756,67	+24,2	62	755,30	+25,7	53	755,58	+18,9	75	+25,8	+15,7	Très-nuageux.	O. S. O.
12	754,58	+20,3	74	754,02	+21,7	72	753,87	+23,0	78	755,60	+16,0	83	+23,0	+13,5	Couvert.	S. O.
13	758,40	+21,4	73	758,57	+24,0	67	758,56	+23,7	70	759,58	+19,4	80	+24,0	+12,5	Couvert.	O. N. O.
14	762,65	+20,7	80	762,42	+23,2	69	762,24	+24,2	60	763,00	+20,6	68	+24,3	+14,0	Nuageux.	N.
15	763,68	+20,7	65	763,25	+23,7	55	762,51	+24,5	54	763,63	+19,5	70	+24,5	+15,0	Beau.	E. N. E.
16	763,11	+20,2	70	762,53	+25,1	59	761,29	+26,5	51	760,63	+23,0	...	+27,0	+15,2	Vaporeux.	N. E.
17	760,28	+20,6	67	759,60	+22,2	56	758,78	+22,7	59	758,43	+19,5	68	+22,7	+18,1	Quelques nuages.	E.
18	757,53	+22,4	69	756,41	+23,7	64	755,28	+25,0	52	754,35	+22,0	63	+25,0	+15,0	Nuageux.	E.
19	753,34	+25,0	57	753,04	+28,2	51	752,50	+27,5	50	753,32	+22,2	62	+28,9	+15,2	Nuageux.	E.
20	754,40	+25,2	69	754,47	+27,5	58	754,00	+26,7	58	756,05	+19,0	86	+27,5	+16,7	Nuageux.	N. O.
21	757,62	+20,7	71	757,31	+24,7	58	756,95	+25,0	49	753,72	+19,1	81	+25,8	+14,4	Nuageux.	O.
22	761,00	+22,4	80	761,14	+25,0	73	760,46	+26,0	62	760,62	+21,5	84	+26,0	+17,0	Couvert.	O.
23	759,30	+24,5	64	758,02	+28,5	53	756,75	+30,2	50	756,09	+26,5	55	+30,3	+16,0	Petits nuages.	E.
24	754,73	+29,6	57	754,06	+34,2	49	756,06	+32,7	52	752,91	+26,0	56	+34,5	+19,7	Petits nuages.	S.
25	754,32	+26,6	69	754,26	+29,2	63	753,90	+28,5	57	754,62	+23,7	69	+29,2	+19,5	Pluie, tonnerre.	O. N. O.
26	754,34	+27,2	70	753,56	+31,4	59	752,70	+31,4	53	753,00	+23,4	63	+31,9	+18,2	Nuageux.	S.
27	754,44	+26,7	65	754,48	+27,8	60	754,58	+27,2	55	753,66	+17,0	79	+27,9	+17,0	Très-nuageux.	S. O.
28	761,00	+14,0	89	761,44	+14,0	89	761,78	+17,0	82	763,18	+17,0	80	+17,0	+15,5	Pluie fine, continuelle	O.
29	763,94	+19,2	69	763,45	+21,9	53	762,96	+23,5	53	763,50	+18,6	72	+23,5	+12,2	Trouble.	N.
30	763,02	+21,7	69	762,77	+24,7	67	761,87	+25,2	62	761,73	+19,2	82	+25,2	+15,0	Couvert.	N.
31	761,60	+20,0	83	760,74	+24,9	76	759,22	+25,5	60	758,80	+22,0	79	+25,8	+15,0	Nuageux.	N. O.
1	758,90	+20,7	65	758,63	+23,3	60	758,20	+23,1	58	758,65	+17,8	73	+24,0	+12,8	Moyennes du 1 au 10.	
2	758,56	+22,0	69	758,10	+24,3	61	757,43	+25,0	58	758,02	+20,0	73	+25,3	+15,1	Moyennes du 11 au 20.	
3	758,68	+22,9	71	758,29	+25,9	64	757,93	+26,6	58	758,34	+21,3	73	+27,0	+16,3	Moyennes du 21 au 31.	
	758,71	+21,9	69	758,34	+24,6	62	757,86	+24,9	58	758,34	+19,8	73	+25,5	+14,8	Moyennes du mois	+ 20,1.

Deuxième Mémoire *sur le Caméléon minéral.*

Par MM. Chevillot et Edwards.

Lu à l'Académie des Sciences le 15 juin 1818.

Dans un premier Mémoire *sur le Caméléon minéral*, que nous avons eu l'honneur de lire à l'Académie, nous avons déterminé que ce corps était formé d'oxide noir de manganèse, d'oxigène et de potasse. Nous avons constaté que les couleurs qu'il présente à l'état solide, lorsqu'on le forme de toutes pièces, dépendent des proportions de ses parties constituantes, et qu'il y avait une combinaison qui était susceptible de cristalliser et de former des aiguilles de couleur pourpre.

Dans le Mémoire que nous avons aujourd'hui l'honneur de soumettre à l'Académie, nous nous proposons d'examiner les propriétés de ce corps, qui est remarquable par son action sur les corps combustibles, et par ses changemens variés de coloration.

Avant d'étudier d'une manière spéciale les propriétés du caméléon de potasse, qui a fait le sujet du premier Mémoire, il sera nécessaire d'examiner les combinaisons du manganèse oxidé avec les autres alcalis. Ces connaissances préalables sont nécessaires pour apprécier les phénomènes que présente le caméléon de potasse lorsqu'on le met en contact avec ces substances. Nous rechercherons d'abord quel est le résultat de l'action de la soude et de l'oxide noir de manganèse.

On pouvait présumer qu'il se formerait un caméléon

assez semblable à celui de la potasse. En effet, lorsqu'on chauffe, dans un tube recourbé et rempli d'oxigène, un gramme et demi d'oxide noir de manganèse, et autant de soude, dans de petites cloches courbes et de petits creusets d'argent, en employant l'appareil au mercure ou à l'eau, on ne tarde pas à avoir une absorption de gaz. Dans une expérience pareille, nous avons fait absorber six centilitres d'oxigène; la matière reste solide et noirâtre. Mais quand on la dissout dans l'eau, elle prend aussitôt une belle couleur vert-pré qui ne tarde pas à passer au rouge pourpre.

Ce caméléon diffère de celui de potasse en ce que nous n'avons pas pu obtenir de cristaux bien prononcés avec cet alcali. On trouve, dans le résidu de l'évaporation, un sel poupre et transparent qui est du carbonate de soude, coloré par un peu de caméléon.

Nous avons ensuite examiné les combinaisons de la baryte avec l'oxide noir de manganèse, dans un appareil semblable au précédent; il n'y a pas eu d'absorption considérable; elle n'était que de deux centilitres; la couleur était d'un vert foncé. Ce nouveau caméléon est insoluble dans l'eau; il se forme difficilement à cause de la température plus élevée qu'il faut employer.

La strontiane a une action moins marquée dans le tube recourbé; chauffée sur le mercure ou sur l'eau, il n'y a guère d'absorption sensible, et par conséquent point de formation de caméléon. Pour l'obtenir, il faut employer une chaleur plus forte. Lorsqu'on chauffe le mélange dans un creuset d'argent ou de platine, de manière à le faire rougir, il se forme une combinaison qui a une

teinte verte peu foncée, et qui est, comme le caméléon de baryte, insoluble dans l'eau.

La chaux, les oxides métalliques terreux, traités de la même façon, n'ont point la propriété de former du caméléon avec l'oxide noir de manganèse : il en est de même de l'ammoniaque.

Tels sont les caméléons que l'on obtient en faisant agir les alcalis sur le peroxide de manganèse, à l'aide de la chaleur.

On voit que tous les alcalis, à l'exception de la chaux et de l'ammoniaque, se combinent avec l'oxide noir de manganèse, pour former des composés avec l'oxigène. On peut les désigner par le nom de *caméléons*, en attendant que l'on ait discuté leur nature pour les désigner par une autre dénomination significative, d'après les principes de la nomenclature actuelle.

Examinons maintenant les propriétés de ces caméléons, et commençons par celui de la potasse dans l'état de combinaison neutre formant des cristaux en aiguilles. Nous avons vu que lorsqu'on les chauffe, il se dégage de l'oxigène; mais, dans le premier Mémoire, nous n'en avons pas déterminé la proportion.

On a introduit un gramme de cristaux de caméléon rouge dans une petite cornue au col de laquelle était adapté un tube qui s'engageait au haut d'une cloche pleine d'eau. La cornue fut placée dans un bain de sable où était plongé le réservoir d'un thermomètre à côté de la cornue.

On a chauffé peu à peu, et au 225 à 230me degré centig., les aiguilles décrépitèrent, en dégageant une certaine quantité de gaz. Après deux heures de feu, le thermo-

mètre ayant été jusqu'à 270 degrés, on a laissé refroidir l'appareil. Le volume du gaz dégagé était de 8 centilitres. L'expérience que nous avons faite sur un gramme de caméléon rouge cristallisé ayant fourni 8 centilitres d'oxigène, il importait de déterminer par de nouvelles expériences si l'on pouvait compter sur cette proportion : nous l'avons répétée sur 3 grammes de cristaux de caméléon, et nous avons obtenu un résultat qui s'accorde sensiblement avec le précédent. Le résidu est une poudre noire qui, étant traitée par l'eau, se dissout en partie et donne du caméléon vert qui passe bientôt au rouge. La poudre noire insoluble est de l'oxide noir de manganèse qui, lavé et séché convenablement, pèse $1^{g},625$: ainsi donc, un gramme de cristaux de caméléon rouge contient $0^{g},54$ d'oxide noir de manganèse, $0^{g},106$ d'oxigène, et le reste en caméléon vert.

La chaleur n'a pas dégagé tout l'oxigène; il en reste dans le résidu, puisqu'il y a encore du caméléon : il est évident que cela n'a pu être autrement; car les substances nécessaires pour former du caméléon et la température qu'exige sa formation existant toujours, la décomposition n'a pu être que partielle. Il y a donc une grande différence entre le caméléon formé par le feu, et celui qui résulte du même caméléon obtenu en cristaux rouges par la voie humide.

Après avoir déterminé la proportion d'oxigène que les cristaux fournissent par le feu, voyons à laquelle de ces deux substances, l'oxide de manganèse ou la potasse, on peut rapporter l'oxigène. Comme nous avons fait voir, dans le premier Mémoire, que les quantités d'oxigène absorbées dans la formation du caméléon croissent, dans

de certaines limites, avec les quantités de manganèse, il est présumable que l'oxigène se combine plus particulièrement avec cet oxide. Cette opinion deviendra plus probable si l'on considère que le tritoxide de potassium ne se décompose pas par la chaleur. Or, les cristaux de caméléon rouge se décomposent en grande partie par une élévation modérée de température; et ce qui se décompose se réduit en oxide noir de manganèse et en oxigène. Il est donc vraisemblable que c'est au manganèse porté à un plus haut degré d'oxigénation qu'il faut attribuer cet oxigène. En adoptant cette opinion, il faudrait considérer le manganèse comme porté à un nouveau degré d'oxigénation plus élevé que tous ceux connus jusqu'ici. Nous verrons, dans une autre occasion, que l'oxigène y est suivant les proportions déterminées.

Ses combinaisons avec les alcalis, les caractères salins qu'il présente, nous paraissent devoir le faire regarder comme un acide. En le considérant sous ce point de vue, nous dirons qu'aucun acide en état de combinaison avec une base salifiable n'agit aussi puissamment sur la plupart des corps combustibles, excepté peut-être l'acide chlorique.

Nous en avons étudié l'action d'abord sur l'hydrogène : 0g,27 de cristaux de caméléon rouge réduit en poudre ont été portés, au moyen d'une pince à cuillers, dans une petite cloche courbe remplie de gaz hydrogène; on a chauffé à une légère chaleur; au bout de deux minutes, il y a eu ignition suivie d'une absorption qui, d'abord rapide, se fait ensuite lentement. Lorsqu'elle a cessé, on a mesuré le gaz absorbé, et on a trouvé qu'il était égal à 9centil.,6. Nous avons cherché à déterminer

la température à laquelle l'hydrogène décomposait les cristaux de caméléon rouge, et nous avons remarqué que l'absorption n'a été sensible qu'à 160 degrés centigr. Cependant elle a dû commencer long-temps auparavant, parce que le gaz ne s'est guère dilaté à la première impression de la chaleur. Il est à remarquer qu'en chauffant ainsi graduellement dans un bain de sable, nous avons rarement obtenu une combustion avec dégagement de calorique et de lumière; tandis qu'en chauffant brusquement à feu nu, on détermine toujours soit l'ignition, soit même une flamme vive rosée, accompagnée quelquefois d'une légère détonnation. Le résidu, qui est vert, n'est point du caméléon; car il ne donne pas de couleur dans l'eau : il est entièrement soluble à froid dans les acides, et sa dissolution a lieu de suite. C'est l'oxide vert de John qui, comme nous l'avons annoncé dans le premier Mémoire, est celui qui forme les sels cristallisables.

Nous nous sommes ensuite occupés du phosphore. On a introduit, dans un tube de verre placé sur un bain de sable, un mélange d'une très-petite quantité de cristaux de caméléon en poudre et de phosphore. Lorsque la température du sable s'est élevée à 138 degrés cent., il y a eu une détonnation semblable à celle d'un pétard; mais cette température est loin d'être nécessaire pour produire la combustion. Un mélange de 0g,2 de poudre de cristaux de caméléon et de 0g,03 de phosphore, dans un tube de verre, a été placé dans un bain de sable avec un thermomètre; à peine la température s'était-elle élevée à 70 degrés cent., qu'une forte détonnation a eu lieu, et le tube ainsi que le thermomètre ont été brisés

en éclats. Nous avons ensuite essayé les effets de la trituration; un décigramme et demi de cristaux de caméléon et 0g,05 de phosphore en petits fragmens ont été triturés dans un mortier; il s'est fait une vive détonnation, mais moins forte que dans les cas précédens. On n'a pas toujours besoin de triturer pour produire la combustion; souvent, en mêlant la poudre et le phosphore au moyen d'une barbe de plume, une vive déflagration a lieu, la température de l'air étant à 20° cent.

Les mêmes quantités de soufre et de cristaux de caméléon rouge, placées dans un bain de sable, ont détonné avec flamme à la chaleur de 177° cent.

Le soufre s'enflamme aussi par la trituration, et détonne légèrement à plusieurs reprises, à mesure qu'on triture le mélange.

L'élévation graduée de température, lorsqu'on chauffe un mélange d'aiguilles et de charbon dans un bain de sable, ne nous a point donné d'inflammation. On obtient seulement une ignition lorsqu'on chauffe à feu nu. La combustion, dans ce cas, est semblable à celle de l'amadou.

L'arsenic et l'antimoine nous ont donné des résultats analogues aux précédens; excepté que l'arsenic s'enflamme et que l'antimoine entre seulement en ignition. En outre, ni l'un ni l'autre ne brûle, ni ne détonne par la trituration. Telle est l'action des corps simples sur les cristaux de caméléon rouge. Nous passerons maintenant à l'action des alcalis.

Comme le caméléon rouge cristallisé se décompose facilement par l'action de la chaleur, pour éviter cet effet, nous étudierons l'action des alcalis par l'intermède de

l'eau. Lorsqu'on verse une dissolution concentrée de potasse sur une dissolution également concentrée de cristaux de caméléon rouge, on en change successivement la couleur, en la faisant passer au pourpre foncé, à l'indigo, au bleu et au vert. Dans ce cas, le caméléon rouge, qui est neutre, se combine à des proportions croissantes de potasse, et constitue ainsi diverses combinaisons de manganésiate de potasse avec excès d'alcali, dont chacune est caractérisée par une couleur différente.

Ainsi, le caméléon vert est celui qui contient le plus de potasse en excès, et lorsqu'on le verse dans une dissolution neutre de caméléon rouge, il doit nécessairement en changer la couleur en partageant sa potasse avec lui.

Leurs gravités spécifiques sont différentes; car, lorsqu'ils se trouvent mêlés avant qu'une combinaison uniforme se soit opérée pour constituer une seule couleur, le vert occupe la partie inférieure du vase, le rouge se voit à la partie supérieure, et les autres nuances sont intermédiaires, dans l'ordre de leur passage du vert au rouge.

Nous avons cherché à déterminer les quantités de potasse qu'il faut pour changer en vert la dissolution des cristaux de caméléon rouge neutre; il nous a fallu cent parties d'hydrate de potasse dissoute dans le *minimum* d'eau à 15°, pour changer subitement en vert une dissolution également concentrée d'une partie de cristaux de caméléon rouge : nous n'avons pas employé l'agitation pour favoriser la combinaison, parce que nous avons voulu étudier séparément son action, comme nous l'exposerons plus bas.

Cette quantité est énorme, et beaucoup plus considérable que celle qu'il faut pour constituer un caméléon vert solide.

La présence de l'eau a donc beaucoup influé dans cette occasion : elle a dû agir en affaiblissant l'action de la potasse pour le caméléon rouge. C'est ce que l'on peut prouver par l'expérience suivante. Si on dissout dans une grande quantité d'eau la même proportion de potasse qui, en disolution concentrée, avait pu verdir le caméléon rouge, et qu'on l'ajoute à une dissolution de ces cristaux, elle ne produit plus le même effet que dans l'expérience précédente ; la couleur ne devient point verte, elle reste rouge, en prenant cependant une teinte plus foncée : l'eau empêche donc la combinaison de cette potasse avec le caméléon. C'est pourquoi il n'y a point de changement de couleur; tandis que la même quantité de potasse en dissolution concentrée produit le vert.

Cette expérience fait voir comment l'addition de l'eau à une dissolution de caméléon vert peut, suivant la quantité que l'on y ajoute, faire passer sa couleur du vert au rouge par les nuances intermédiaires.

Mais d'autres circonstances influent sur les combinaisons qui opèrent ces changemens de couleur. L'agitation produit, à cet égard, un effet marqué; elle tend à la production de la couleur verte, et par conséquent à combiner la potasse avec le caméléon rouge. Nous avons vu, dans les expériences précédentes, que l'on pouvait ajouter au caméléon rouge des quantités assez considérables de dissolution de potasse sans lui faire perdre sa couleur ; mais si on agite un pareil mélange pendant

quelque temps, on voit la couleur rouge passer au vert en donnant les nuances intermédiaires, si la transition n'est pas trop rapide. On voit donc que l'agitation agit en raison inverse des quantités d'eau, et que, pour produire cette conversion de rouge en vert, l'agitation doit être d'autant plus vive et plus prolongée, qu'il y a une plus grande quantité d'eau tenant de l'alcali en dissolution. C'est pourquoi il peut y avoir, dans une dissolution de caméléon rouge, des quantités assez considérables de potasse en excès dont l'agitation ne peut opérer la combinaison, et dont la couleur rouge persiste.

On pourrait croire que l'influence de la température serait analogue à celle de l'agitation; mais elle est le plus souvent opposée. Si l'on fait un caméléon avec trois parties de potasse et une de peroxide de manganèse, et qu'on le dissolve dans l'eau, la couleur est verte; mais si l'on fait bouillir la liqueur décantée, le vert ne tarde pas à se changer en rouge. Dans cette expérience, la potasse en excès, qui était combinée avec le caméléon rouge pour le rendre vert, a dû se séparer par l'ébullition; et le même effet est arrivé ici en chauffant, que celui que nous avons vu résulter de l'addition d'une certaine quantité d'eau; car la température augmentant l'affinité de l'eau pour la potasse, l'eau chaude doit enlever plus d'alcali au caméléon vert que ne ferait l'eau froide, et changer ainsi la couleur en rouge.

L'action de la température sur une dissolution de caméléon est donc opposée à l'agitation. Les expériences suivantes en donnent un exemple frappant.

Lorsque, par l'ébullition, on a changé le caméléon vert en rouge, comme nous venons de l'exposer, et qu'on le

laisse refroidir, il conserve sa couleur rouge; mais si on l'agite pendant quelques minutes, on le fait bientôt passer au vert. On peut ainsi changer plusieurs fois la couleur du rouge au vert, et réciproquement, en alternant l'ébullition et l'agitation.

Il résulte des expériences que nous venons d'exposer, qu'il y a quatre conditions qui influent sur les changemens de couleur du caméléon : la quantité de potasse, celle de l'eau, l'agitation et la température, dont deux agissent dans un sens, et les deux autres dans le sens opposé. Les quantités de potasse et l'agitation produisent la couleur verte, en formant un manganésiate avec excès de potasse. La quantité d'eau et la température produisent la couleur rouge, en enlevant une partie de la potasse en excès.

Nous avons vu, dans le premier Mémoire, que le caméléon rouge cristallisait par évaporation, et cette tendance aux proportions déterminées est une nouvelle condition qui influe sur la coloration du caméléon. Lorsqu'on fait évaporer du caméléon vert où la potasse se trouve dans des proportions convenables, il devient d'abord rouge, ainsi que nous venons de le dire; mais, par l'évaporation, la potasse en excès se concentre tellement, que, malgré la température, elle devient prédominante, et peut se combiner en assez grande quantité avec une partie du caméléon rouge, pour donner la couleur verte. L'autre partie, lorsque la liqueur est assez rapprochée, obéit à sa tendance, à la cristallisation, et forme des cristaux rouges. Voilà les changemens qui surviennent d'après les conditions que nous avons examinées jusqu'ici; ces changemens, qui pouvaient d'abord présenter

des anomalies, se réduisent, comme on le voit, à quelques principes très-simples.

Après avoir examiné l'action de la potasse sur la dissolution des cristaux de caméléon rouge, nous devons étudier l'action des autres alcalis. Une dissolution de soude verdit le caméléon rouge : en ce cas, la soude a-t-elle déplacé la potasse ? ou s'est-il fait un sel double de manganésiate de potasse et de soude ? c'est ce qu'on peut éclaircir par l'expérience suivante : lorsqu'on verse une solution de potasse dans un caméléon de soude de couleur rouge, la potasse verdit la liqueur ; or, si, dans le premier cas, la soude avait déplacé la potasse, dans le deuxième, la potasse ne déplacerait pas la soude ; il y a donc combinaison double dans les deux cas.

La baryte ou la strontiane, versées dans une dissolution de cristaux de caméléon rouge, la verdissent l'une et l'autre ; il se forme également un sel double, soit de manganésiate de potasse et de baryte, soit de manganésiate de potasse et de strontiane ; car, si la potasse était déplacée, pour qu'il ne se formât que du manganésiate de baryte ou du manganésiate de strontiane, il y aurait un précipité, puisque nous avons vu, au commencement de ce Mémoire, que ces deux caméléons étaient insolubles. Mais comme il n'y a point de précipité, il se forme des sels doubles solubles. Pour réussir dans ces expériences, on conçoit bien qu'il faut employer des dissolutions de baryte et de strontiane suffisamment concentrées, ainsi que nous l'avons déterminé pour la potasse. Par la même raison, on n'obtient avec la chaux qu'une teinte très-légère de vert et à peine perceptible ; car cet alcali étant peu soluble, la dissolution est très-étendue.

Telle est l'action des alcalis; celle des acides présente des phénomènes remarquables. On sait que des acides rougissent le caméléon vert; on conçoit qu'ils peuvent agir en enlevant une partie d'alcali. En effet, lorsqu'on verse un acide dans un caméléon vert avec un grand excès de potasse, on peut s'emparer d'assez d'alcali pour rendre la couleur rouge, et en laisser assez pour que son excès soit sensible. Tous les acides peuvent produire cet effet lorsque l'on emploie une dissolution de caméléon : il n'en est pas toujours de même si l'on agit sur les cristaux. Dès que l'on a versé sur les cristaux de caméléon une certaine quantité d'acide sulfurique à 66°, une couleur verte se manifeste : on peut regarder cette action de l'acide sulfurique comme une dissolution, puisqu'elle peut se faire sans dégagement d'oxigène et sans précipitation d'oxide; changemens qui ont lieu dès que la décomposition s'opère; mais ce vert n'est plus un vert-pré ou un vert du troisième ordre des anneaux colorés que produit l'addition de l'alcali. La teinte qui résulte de l'addition de l'acide sulfurique concentré est un vert-olive, ou un vert du second ordre des anneaux colorés; et comme le rouge que l'acide affaibli produit avec le caméléon est un rouge éclatant du même ordre, nous avons soupçonné qu'on pourrait obtenir les nuances intermédiaires suivant la gradation qui se trouve dans les anneaux colorés du deuxième ordre : c'est ce qui a été vérifié par l'expérience.

Lorsque, dans une dissolution de cristaux de caméléon rouge par l'acide sulfurique concentré, et qui est ainsi devenue verte, on verse une très-petite quantité d'eau, elle passe au jaune serin : en ajoutant encore un

peu d'eau, une belle couleur orangée y succède; par une autre addition d'eau, il se développe un rouge éclatant, et, par de nouvelles quantités de ce liquide, on obtient ce que Newton a appelé *rouge écarlate*, qui est la nuance suivante dans les anneaux colorés du second ordre, et la dernière en descendant. Ainsi donc, en versant de l'acide sulfurique concentré sur des cristaux de caméléon rouge, on les fait passer subitement de la couleur qui leur est propre, c'est-à-dire, du pourpre du troisième ordre au vert du second. Si à cette dissolution verte on ajoute successivement de petites quantités d'eau, on peut faire passer la couleur par toutes les nuances, en descendant dans les couleurs de cet ordre, et par conséquent obtenir successivement le jaune, l'orangé, le rouge éclatant, l'écarlate, jusqu'à ce qu'en affaiblissant successivement l'acide, on ramène le caméléon à sa couleur primitive, qui est le pourpre, ou la couleur la plus élevée du troisième ordre. L'on peut ensuite, comme nous l'avons vu précédemment, en prenant une dissolution de cristaux de caméléon dans de l'eau, continuer les changemens de couleur dans la même direction jusqu'au vert du troisième ordre, en ajoutant des quantités d'alcali successivement croissantes.

Comme l'acide nitrique et la plupart des autres acides produisent une couleur rouge, nous avons cherché à déterminer si le degré de l'acide sulfurique qui donne lieu à la même couleur ne se rapprocherait point de la gravité spécifique de l'acide nitrique. Nous avons trouvé que celle de l'acide sulfurique qui développe la couleur rouge des cristaux de caméléon est entre 1,500 et 1,600. Or, l'acide nitrique le plus concentré n'est qu'à 1,554, et

ne produit jamais que du rouge. Il en est de même de presque tous les acides. L'acide phosphorique, qui peut avoir une gravité spécifique semblable à celle de l'acide sulfurique, peut aussi produire la couleur verte lorsqu'il est très-concentré. Mais il produit cette couleur moins promptement que l'acide sulfurique, parce qu'il dissout très-difficilement les cristaux de caméléon rouge; et s'il peut être nécessaire, pour qu'un acide détermine une couleur verte, qu'il ait une gravité spécifique d'environ 1,800, il doit être plus nécessaire encore qu'il ait assez d'affinité pour les cristaux pour les dissoudre, et que cet effet ne soit pas produit par l'eau qu'il renferme.

Si les acides commencent par dissoudre le caméléon rouge, soit par leur action propre, soit à l'aide de l'eau qu'ils contiennent, ils les décomposent plus ou moins promptement, suivant leur degré de concentration, leur température, et leur affinité pour la potasse, ou même pour l'oxigène. Ainsi, l'acide nitrique concentré, dès qu'il dissout les cristaux de caméléon rouge, produit une effervescence; et la décomposition, qui, à mesure qu'elle avance, rend la couleur plus pâle, jusqu'à ce qu'elle soit totalement détruite, s'opère en quelques heures. La liqueur est incolore; il y a un précipité brun, et lorsqu'on a soin de recueillir dans un appareil convenable le gaz qui se dégage, on trouve que c'est de l'oxigène, et qu'un gramme de cristaux rouges fournit dix centilitres de ce gaz. Cette décomposition se ferait avec bien moins de promptitude si l'acide était affaibli. Lorsqu'on emploie un acide nitrique qui contient trois fois son poids d'eau, la décomposition est si lente qu'elle n'a lieu qu'au bout d'environ un mois.

L'acide sulfurique concentré a une bien plus grande affinité pour le manganésiate de potasse; il a une telle tendance à le tenir en dissolution, qu'on peut conserver quelque temps la combinaison sans qu'elle se décompose entièrement.

Ainsi, dans la décomposition par les acides, il y a dégagement d'oxigène, précipitation d'oxide noir de manganèse et combinaison de la potasse avec l'acide. Il se forme aussi plus ou moins de sel de manganèse, suivant la nature de l'acide. Si l'acide a de l'affinité pour l'oxigène, il peut ne pas y avoir de précipité, et il n'y aura point de dégagement d'oxigène. Ainsi, l'acide sulfureux formera du sulfate de potasse et du sulfate de manganèse, etc.

Telle est la décomposition du caméléon qui s'opère par les acides. Mais quelle est celle qui a lieu spontanément, soit à vaisseaux ouverts, soit à vaisseaux clos? Une dissolution de caméléon exposée à l'air finit par se décomposer entièrement, en précipitant une poudre de couleur fauve. Nous avons cherché à déterminer si l'oxigène du caméléon se trouvait dans ce précipité. A cet effet, nous l'avons lavé et desséché dans des vaisseaux clos, à une température de 300 degrés, à laquelle l'oxide noir de manganèse ne se décompose pas : nous n'avons pas trouvé dans le gaz de l'appareil l'oxigène que nous cherchions. Mais comme il pouvait se trouver combiné avec l'oxide, on a eu recours au moyen suivant pour s'en assurer : on a chauffé deux grammes de cet oxide dans un appareil convenable pour recueillir le gaz avec soixante fois son poids d'acide sulfurique concentré; on a fait de même avec de l'oxide noir de manganèse desséché, pareil-

lement à 300 degrés. On a chauffé l'un et l'autre : le dégagement de gaz n'a pas tardé à avoir lieu, et on a continué l'opération jusqu'à ce que tout l'oxide fût converti en sulfate de manganèse. La liqueur était verte, et par refroidissement elle s'est prise en une masse de cristaux verts, aciculaires. On a mesuré le gaz dégagé de part et d'autre : deux grammes d'oxide noir ont fourni $0^{litre},24$ de gaz oxigène, tandis que le précipité n'a donné que $0^{litre},13$ de ce gaz. C'est pourquoi le précipité, loin d'avoir retenu l'oxigène qui constitue le caméléon, en renferme beaucoup moins que l'oxide noir employé pour former ce composé.

Comme la décomposition spontanée a eu lieu à vaisseaux ouverts, on pouvait croire que l'oxigène s'était dissipé dans l'air, et que la décomposition avait eu lieu comme par le moyen des acides. On pouvait même penser que l'acide carbonique de l'air avait produit cet effet ; car, lorsqu'on évapore la liqueur après la décomposition, toute la potasse est convertie en cristaux de carbonate. C'est pourquoi on a renfermé dans des vaisseaux sur le mercure une dissolution de caméléon faite avec un gramme et demi de potasse et autant de peroxide de manganèse, et qui avait absorbé huit centilitres d'oxigène. La décomposition ne s'en est pas moins formée au bout d'un certain temps ; mais il n'y a pas eu d'oxigène dégagé. Ce résultat avait lieu de nous surprendre ; car, après avoir déterminé, dans l'expérience de la décomposition spontanée à vaisseaux ouverts, que l'oxigène ne se trouve pas dans le précipité, il fallait conclure ou qu'il était dans la potasse, ou que le mercure peut-être, sur lequel la décomposition spontanée s'était faite, avait ab-

sorbé l'oxigène. Aussi, nous avons cherché à vérifier le fait par le moyen suivant :

Nous avons remarqué qu'en agitant une dissolution de cristaux de caméléon rouge avec du mercure, il se forme d'abord un léger précipité brun, et la couleur ne tarde pas à devenir verte (1). En continuant l'agitation, la liqueur se décolore, et l'on a un précipité abondant. Nous avons décanté la liqueur et séché légèrement le précipité. Nous l'avons ensuite introduit dans une cornue, et nous avons chauffé à feu nu avec une petite cornue semblable, contenant de l'oxide noir de manganèse, et placée à côté sur le même feu. Nous avons eu soin de ne pas les faire rougir. Au bout d'un certain temps, on a cessé l'opération. Dans l'appareil qui contenait l'oxide noir de manganèse, il n'y a pas eu de gaz dégagé; par conséquent on n'avait pas assez chauffé pour décomposer l'oxide noir de manganèse, tandis que dans celui où l'on avait chauffé à la même température le précipité, il s'était dégagé une quantité notable d'oxigène. Or, ce gaz n'étant pas provenu de l'oxide noir de manganèse, comme nous venons de le faire voir, a dû être dégagé par de l'oxide de mercure. Il suit donc de ces expériences que lorsqu'un caméléon en dissolution dans l'eau est en contact avec le mercure, il est décomposé par le métal qui en absorbe l'oxigène.

Pour éclairer la théorie de la décomposition spontanée du caméléon, il fallait donc exclure le mercure et

(1) La couleur devient verte parce que la précipitation d'oxide de manganèse rend la potasse prédominante, et l'agitation tend à combiner la potasse en excès avec le caméléon rouge non décomposé.

toute autre cause possible de complication. C'est pourquoi nous avons pris le parti de mettre dans une cornue une quantité déterminée de caméléon, et d'adapter au col un tube recourbé qui montait au haut d'une cloche pleine d'eau. Comme nous avions remarqué qu'un caméléon vert avec un grand excès d'alcali se décomposait souvent facilement, nous avons employé un caméléon vert fait avec un gramme de cristaux de caméléon rouge, et une dissolution concentrée de vingt grammes d'hydrate de potasse. Or, nous avons reconnu que la décomposition qui a lieu en employant une grande quantité de potasse à l'alcool, était due à de petites quantités de carbone qui se trouvent dans la potasse après sa préparation par l'alcool. On ne doit donc pas s'attendre à ce qu'une dissolution de caméléon rouge puisse se décomposer facilement. Aussi peut-on en conserver pendant un temps considérable sans qu'il perde sa couleur ; il se précipite, à la vérité, à la longue, un peu d'oxide. Mais s'il est dissous dans beaucoup d'eau qui contienne quelque matière végétale, quoiqu'en petite quantité, la décomposition doit avoir lieu ; c'est ce qu'on peut voir par l'expérience suivante :

Lorsqu'on agite une dissolution très-légère de gomme ou de sucre avec le caméléon rouge, on obtient en très-peu de temps sa décomposition.

Par la même raison, l'alcool le décompose presque sur-le-champ ; une matière végétale, même insoluble dans l'eau, produit le même effet. Ainsi, le papier, avec une solution de cristaux de caméléon, le décompose en absorbant l'oxigène. C'est pourquoi le caméléon, lorsqu'on le filtre à travers du papier, se décompose en partie,

et finirait par se décomposer entièrement en le filtrant à plusieurs reprises. Il nous est même arrivé de décomposer presque subitement le caméléon avec une dissolution de carbonate de soude, qui est incapable par lui-même de produire cet effet; mais comme on avait filtré plusieurs fois la dissolution de ce sel, l'eau, quoiqu'elle fût parfaitement transparente, avait enlevé au filtre assez de matière végétale pour décomposer rapidement le caméléon.

On conçoit donc, d'après ce qui précède, que lorsqu'une dissolution de cristaux de caméléon rouge est exposée à l'air, les particules végétales et animales qui y flottent, tombant dans la liqueur, doivent peu à peu la décomposer; c'est ce qui a lieu en effet. Il faut donc, si l'on veut conserver une solution de cristaux de caméléon rouge, la mettre à l'abri du contact de l'air et employer de l'eau parfaitement pure. Outre les matières combustibles qui flottent dans l'air, il y aurait peut-être une autre source de décomposition, qui serait la lumière; mais comme il faut un grand laps de temps pour produire cet effet, nous ne pouvons encore rien déterminer à cet égard.

Lorsqu'une matière végétale décompose le caméléon à froid, ce n'est pas seulement en donnant lieu à la formation de l'eau; il en résulte aussi de l'acide carbonique. Ainsi, lorsqu'on met un petit morceau de papier dans une solution de caméléon, et qu'on y verse de l'acide sulfurique affaibli pour qu'il n'y ait point de développement de chaleur, si l'on recueille le gaz qui se dégage, on trouve que c'est de l'acide carbonique.

Si, au lieu d'acide sulfurique affaibli et de papier, on emploie de l'acide sulfurique concentré, qu'on le verse sur la poudre de cristaux de caméléon et de lycopode,

on obtient subitement une flamme vive et brillante sans détonnation.

Il serait intéressant d'obtenir isolée la combinaison de l'oxide noir de manganèse et de l'oxigène, qui, avec les alcalis, constitue le caméléon, ou, en d'autres termes, de séparer l'acide manganésique, si une pareille dénomination peut être admise. On a vu, par l'action de divers acides, que cette combinaison doit être fugitive : lorsqu'on considère que l'oxide noir de manganèse se décompose en partie lui-même à une chaleur qui n'est pas très-élevée, il n'est pas étonnant que, combiné à une grande proportion d'oxigène, il subsiste difficilement dans un état de liberté; cependant il serait possible qu'on pût l'obtenir isolé pendant quelque temps. Lorsqu'on verse, dans une dissolution de cristaux de caméléon par l'acide sulfurique concentré, assez d'eau pour produire une élévation sensible de température, il se forme de suite une vapeur violette qu'on prendrait pour de l'iode, qui se condense sur les parois du vase, et qui ne subsiste que peu de temps. La nature de cette vapeur mérite une attention particulière : en supposant que ce fût la combinaison de l'oxide noir de manganèse avec l'oxigène, ces recherches appartiendraient à celles qui auraient pour objet la détermination des différentes proportions dans lesquelles l'oxigène se combine avec le manganèse, et qui feront le sujet d'un autre Mémoire. Nous terminerons ici ce qui est relatif au caméléon minéral : dans le cours de notre examen de ce corps, nous en avons déterminé la composition en faisant voir qu'il est formé d'oxide noir de manganèse, d'oxigène et de potasse, quelle que soit sa couleur;

Qu'il y a une combinaison neutre qui cristallise en aiguilles dont la couleur est pourpre ;

Que, dissoutes dans l'eau, elles donnent, par l'addition de quantités croissantes d'une dissolution d'oxide métallique alcalin, les nuances des anneaux colorés du troisième ordre, en descendant du pourpre au vert ;

Que l'on peut rendre raison de tous les changemens de couleur qu'une dissolution de caméléon dans l'eau est susceptible de présenter, en ayant égard aux conditions suivantes : 1° à la quantité d'alcali ; 2° à celle de l'eau ; 3° à la température ; 4° à l'agitation ; 5° à la tendance aux proportions déterminées ou à la cristallisation ;

Qu'en dissolvant les cristaux de caméléon rouge dans un acide concentré d'une grande gravité spécifique, tel que l'acide sulfurique et l'acide phosphorique, on fait monter la couleur pourpre des cristaux de caméléon au vert du second ordre, et qu'on la fait descendre ensuite par toutes les nuances de cet ordre, par l'addition successive de petites quantités d'eau ;

Que les cristaux peuvent être regardés comme du manganésiate de potasse neutre ;

Que c'est un des corps qui agissent le plus puissamment sur les corps combustibles ; que lorsque sa dissolution dans l'eau se décompose, c'est par le moyen d'un corps qui lui enlève de l'oxigène.

L'action des alcalis sur l'oxide noir de manganèse nous a nécessairement conduits à examiner leur manière de se comporter avec les autres oxides métalliques. Nous avons trouvé qu'ils avaient, dans bien des cas, une action analogue. Nous nous empresserons de faire connaître les résultats de ces recherches dans un prochain Mémoire.

Observations *sur le Raffinage du borax*.

Par MM. Robiquet et Marchand.

On trouve, dans le commerce, deux espèces de borax : le borax brut ou *tinkal*, et ce qu'on appelle le borax demi-raffiné de la Chine. Le premier est en prismes hexaèdres plus ou moins aplatis et assez bien terminés. Ces cristaux, qui n'ont que quelques millimètres de longueur, sont tantôt incolores, d'autres fois d'une teinte jaunâtre ou verdâtre, et toujours recouverts d'un enduit terreux, gras au toucher, d'une odeur de savon, et qui forme comme une espèce de gangue. Le borax demi-raffiné est en masses ou croûtes de quatre à cinq centimètres d'épaisseur, assez semblables extérieurement au sucre de lait.

D'après l'opinion la plus commune aujourd'hui, le tinkal se trouve tout cristallisé dans la vase de quelques lacs, à quelques époques de l'année ; mais on ne sait pas encore comment il se forme. « Il nous paraît probable » que l'acide borique existe naturellement en dissolu- » tion dans les eaux de certains lacs ou sources, comme » cela a lieu en quelques cantons de la Toscane ; que ces » mêmes eaux contiennent du sel marin et baignent un » terrain calcaire pendant plusieurs mois de l'année ; » qu'il s'est formé du natrum par la décomposition réci- » proque du carbonate calcaire et du sel marin ; et alors » on concevrait facilement la formation du borax. Ce » qui nous porte à préjuger que cela peut-être se fait » ainsi, c'est que le tinkal contient une assez forte pro-

» portion de muriate de soude, et que d'ailleurs cette » conjecture se trouve conforme aux relations des » voyageurs. »

Le borax brut contient une matière grasse qui est saponifiée par la soude, comme M. Vauquelin l'a fait voir depuis long-temps. Cette matière ne peut être séparée par la dissolution, soit à froid, soit à chaud, et elle a l'inconvénient de rendre le borax beaucoup moins soluble, et de l'empêcher de cristalliser régulièrement. C'est elle qui fait la principale différence entre le tinkal, le borax de la Chine et le borax pur; car nous nous sommes assurés qu'ils contiennent à-peu-près chacun la même quantité d'eau et de base. En effet, par la fusion, ils ont perdu 53 pour 100 d'eau; et après les avoir décomposés par l'acétate de plomb, nous en avons retiré 35 centièmes de carbonate de soude par la calcination de l'acétate de soude obtenu.

Valmont de Bomare, qui a visité les ateliers de la Hollande avec une scrupuleuse attention, assure positivement qu'on n'ajoute aucune nouvelle substance au borax pour le purifier; que seulement on fait successivement plusieurs lessives, qu'on évapore et qu'on fait cristalliser séparément; que tout le mystère consiste à laisser refroidir le plus lentement possible les dissolutions, et à ne se servir que de vases de plomb coniques, afin que le dépôt qui se forme puisse se séparer de la plus grande masse des cristaux et n'en pas troubler la transparence.

La plupart de ces observations sont exactes; mais si l'on se bornait à purifier le tinkal par voie de dissolution et de cristallisation, on n'obtiendrait, au lieu de prismes

isolés et plus ou moins réguliers et transparens, que des masses opaques, mamelonnées, très-dures, et dans lesquelles on distinguerait à peine des rudimens de cristaux. On conçoit cependant qu'en opérant sur de grandes quantités, on aurait des masses où la cristallisation serait plus prononcée : nous sommes même persuadés que c'est ainsi que se prépare le borax demi-raffiné qui nous vient du Thibet.

On pourrait détruire aisément la matière grasse en calcinant le borax brut, si ce procédé n'était moins économique que le suivant, auquel nous donnons la préférence : il est fondé sur l'emploi de la chaux ou d'un sel calcaire, conseillé par Fourcroy, pour convertir la matière grasse en savon insoluble.

« Pour purifier le tinkal, on le met dans une cuve ;
» on le recouvre de 8 à 10 centimètres d'eau, on laisse
» macérer pour que la matière se délaie bien, et on
» brasse de temps en temps. Au bout de cinq à six
» heures, on ajoute environ un quatre centième de
» chaux éteinte par l'eau ; on brasse de nouveau et on
» laisse jusqu'au lendemain ; on enlève ensuite le borax
» au moyen d'un tamis ; l'on a soin d'agiter ce tamis
» dans tous les sens, et de froisser les cristaux entre les
» mains ; on les met à égoutter. Lorsque tout le borax
» est enlevé, on transvase l'eau dans un tonneau un
» peu allongé ; elle se dépose immédiatement, et, au
» bout d'un quart d'heure, on peut procéder à un nou-
» veau lavage, et le réitérer ainsi jusqu'à ce que l'eau
» en sorte sensiblement claire. Alors on fait un dernier
» lavage avec une nouvelle eau, mais en plus petite
» quantité.

» Le borax, ainsi préparé et égoutté, doit être en-
» suite dissous dans deux parties et demie d'eau ; on
» ajoute un kilogramme de muriate de chaux par quin-
» tal, et on filtre dans une chausse de treillis. La disso-
» lution est incolore : aussitôt que la filtration est ter-
» minée, on reporte la liqueur sur le feu, et on la con-
» centre jusqu'à 18 à 20° de l'aréomètre ordinaire, et
» on met à cristalliser dans des vases de bois blanc ou
» de plomb, auxquels il sera plus avantageux de donner
» une forme conique, parce qu'il se forme quelquefois
» un dépôt pendant le cours de la cristallisation, qui
» empâte toute la masse du fond. On devra prendre
» toutes les précautions possibles pour que le refroidis-
» sement soit excessivement lent, sans quoi il est impos-
» sible d'avoir des cristaux isolés et terminés ; on n'ob-
» tient que des croûtes ou des masses compactes. Nous
» recommandons d'employer des cuves de bois blanc
» parce que les autres colorent les dissolutions. Ce serait
» à tort qu'on craindrait d'éprouver par ce procédé une
» trop grande perte ; car le déchet ne s'élève pas à 10
» pour 100 par le lavage, et ne comprend que des ma-
» tières qui ne font pas partie du borax. L'eau froide
» n'enlève que de la matière savonneuse, du sulfate et
» du muriate de soude, et une infiniment petite quan-
» tité de borax. »

Quant au borax demi-raffiné, on ne peut employer la méthode des lavages ; on en fait immédiatement la dissolution, et on ajoute une certaine quantité de muriate de chaux qui varie de 2 ou 3 pour 100, suivant la qualité du sel. Du reste, on procède de la même manière que pour le tinkal.

Pour obtenir la matière grasse à l'état de pureté, nous avons pris le dépôt qu'on obtient dans les lavages par l'addition de la chaux, et nous l'avons traité par l'acide muriatique; il s'est formé une espèce d'écume gluante et sale qui a été recueillie et lavée à l'eau froide autant que possible : cette même substance a été ensuite mise en macération, soit avec de l'alcool, soit avec de l'éther; mais il faut, avec le premier, employer le secours de la chaleur, tandis que l'éther la dissout avec la plus grande facilité, même à froid; on obtient par l'évaporation une huile consistante, d'un brun rouge, d'une saveur rance, très-âcre, et qui malgré les lavages conserve un caractère d'acidité, comme cela a lieu pour tous les corps gras qui ont été saponifiés. Ainsi préparée, elle donne, lorsqu'on la traite par l'acide nitrique ou par la calcination, beaucoup d'acide borique; mais on n'en obtient plus si on a le soin de la soumettre à plusieurs ébullitions avec l'eau distillée. (*Journ. de Pharm.* IV. 98.)

Sur *les Sons produits par la flamme dans les tubes.*

Par M. Faraday,

Préparateur de Chimie, à l'Institution royale de Londres.

En traitant des propriétés du gaz hydrogène, on est dans l'usage de faire une expérience qui fut décrite pour la première fois en 1777 par le Dr Higgins, et dans laquelle on produit des sons en brûlant un jet de gaz hydrogène dans une jarre ou dans un tube de verre. Ces

sons varient avec le diamètre, l'épaisseur, la longueur et la matière du tube ou de la jarre, aussi bien qu'avec les modifications du jet. Ils ont fréquemment attiré l'attention, et on a essayé d'en expliquer l'origine.

Après le Dr Higgins, Brugnatelli en Italie, et M. Pictet à Genève, ont décrit l'expérience et les effets que l'on produit lorsqu'on fait varier la position et les autres circonstances du jet et du tube. M. de Larive a lu, à Genève, un Mémoire (publié dans le *Journal de Physique*, LV, 165), dans lequel il expliquait le phénomène par l'expansion et la contraction alternative de la vapeur aqueuse. Il résulte évidemment des expériences qu'on va décrire que les sons ne proviennent pas de la vapeur aqueuse. Je n'ai nul doute qu'ils sont causés par des vibrations semblables à celles que décrit M. de Larive; mais ces vibrations sont produites d'une autre manière, et peuvent être le résultat de toute espèce de flamme.

Je fus conduit à faire quelques expériences sur ce sujet, en conséquence de la demande que fit M. J. Stoddart, qu'il en fût question à une des soirées des membres et des amis de l'Institution royale; et bientôt je demeurai convaincu de l'inexactitude de l'explication qui avait été donnée. Il fut d'abord prouvé que les sons ne sont point dus à l'action de la vapeur aqueuse, en chauffant tout le tube au-dessus de 100°; et ensuite d'une manière plus évidente encore, par une expérience dans laquelle je réussis à les produire avec un jet d'*oxide de carbone*. Ces sons, d'autre part, ne tirent point leur origine des vibrations du tube; et je le démontrai en faisant usage de tubes fêlés, de tubes enveloppés de drap. J'ai obtenu aussi de très-beaux sons avec un tube formé à l'instant, en

roulant une demi-feuille de papier à cartouche, et en le serrant dans la main afin de lui conserver cette forme. Pour expliquer les sons et la particularité prétendue de leur production par le gaz hydrogène, on a eu recours à un courant d'air qui traverse rapidement le tube ; mais on prouve que cela n'est point essentiel, en se servant de tubes fermés à une des extrémités et de cloches de verre, comme l'a fait M. Higgins dans sa première expérience.

Dès mes premiers essais avec d'autres gaz, je fus surpris de trouver qu'ils produisaient les mêmes sons qu'on supposait engendrés exclusivement par l'hydrogène : ceci, joint à l'insuffisance des explications qui avaient été données, fut pour moi une raison de chercher la cause d'un effet qui paraissait être généralement produit par la flamme.

Si on examine avec attention l'apparence d'une flamme, lorsqu'on l'introduit dans un tube, on trouvera, pour l'ordinaire, qu'à l'orifice il s'établit un courant d'air le long du tube, qui comprime la flamme et la réduit à un plus petit espace : la flamme ne s'allonge que légèrement; mais son diamètre est considérablement diminué. Si on enfonce la flamme davantage et que le tube s'échauffe, cet effet augmente : la flamme est graduellement comprimée, mais d'une manière plus sensible immédiatement au-dessus de sa naissance, à l'orifice du jet, qu'en aucun autre endroit; on commence dès-lors à entendre un son très-faible, et à mesure qu'il augmente, on peut apercevoir dans la flamme des vibrations très-sensibles dans la partie supérieure, et qui souvent se manifestent aussi dans la partie inférieure et la plus rétrécie. Ces vibrations croissent avec le son, qui

à la fin devient très-fort ; et si la flamme est enfoncée davantage dans le tube, elle finit, en général, par disparaître. Tels sont pour l'ordinaire les phénomènes avec l'hydrogène. Si on substitue à l'hydrogène un jet de gaz oléfiant ou de gaz hydrogène carboné (gaz qu'on peut employer avec succès, comme je m'en suis assuré), alors, outre ces premiers phénomènes, on s'apercevra qu'à proportion que la partie brillante de la flamme du gaz pénètre dans le tube, son éclat diminue, et qu'elle brûle avec moins de lumière.

En substituant d'autres gaz ou vapeurs inflammables à la place de l'hydrogène, et en employant des vaisseaux plus grands que les tubes dont je m'étais d'abord servi, je fus en état d'agrandir les effets, au point de voir très-distinctement ce qui se passait alors dans la flamme, et j'en conclus bientôt que le son n'était rien autre chose que la résonnance d'une suite non interrompue d'explosions.

Sir H. Davy a parfaitement expliqué la nature de la flamme, et a montré qu'elle est toujours une combinaison des élémens des atmosphères explosives. Dans une flamme continue, comme celle d'un jet de gaz, la combinaison s'exécute successivement et sans bruit, à proportion que se fait le mélange détonnant. Dans le cas de ce qu'on appelle proprement une explosion, la combinaison a lieu à-la-fois dans une quantité considérable du mélange, et le son résulte des forces mécaniques, qui sont alors mises subitement en jeu ; une flamme bruyante présente quelque chose de ces deux circonstances. Si on souffle sur une forte flamme avec la bouche ; si on l'excite avec le vent d'un soufflet, le courant

d'air d'une cheminée, ou autrement, l'air et la matière gazeuse inflammable forment des mélanges détonnans en grande quantité qui, étant allumés par la flamme avec laquelle ils sont en contact, se combinent intimement dans toute l'étendue de leur masse à-la-fois et produisent un son : l'effet se répète rapidement dans les différentes parties de la flamme aussi long-temps que l'air s'y unit aussi, et le bruit se trouve multiplié de la sorte ; ce qui constitue le bruit (*the rour*).

Maintenant ce phénomène, je crois, est exactement analogue à ce qui se passe dans ce qu'on a appelé *les tubes sonores*; mais, dans ce dernier cas, les explosions sont généralement plus faibles et plus rapides. Quand on place la flamme dans le tube, il s'y produit un fort courant d'air ascensionnel, qui environne la flamme de tous côtés. Le courant est plus fort dans l'axe du tube que dans tout autre endroit, en conséquence du frottement contre les parois et de la position de la flamme au milieu : à l'orifice du tube, il se produit un autre effet du même genre, dû à ce que son bord obstrue l'air qui passe tout auprès. L'air est donc chassé vers la flamme, et comme il s'unit avec la matière inflammable qui s'y trouve, il forme des portions de mélanges explosifs qui s'allument par le contact de la flamme, et produisent un son, comme on l'a déjà dit, avec une flamme bruyante. Seulement le courant établi étant plus uniforme, et les détonnations ayant lieu plus rapidement, avec régularité, et en quantités plus petites, le son devient continu et musical, d'autant mieux que le tube produit l'effet d'un écho.

Il me semble difficile de révoquer en doute que la

flamme bruyante ne rend de son qu'en conséquence d'une suite d'explosions ; le passage du bruit à un ton de musique se démontre d'ailleurs aisément de la manière suivante : prenez une lampe avec une mèche ordinaire de coton ; alimentez-la avec de l'éther ou de l'alcool ; allumez-la, et tenez un tube au-dessus de la flamme (celui dont j'ai fait usage est un tube mince de verre d'environ un pouce de diamètre et de près de 30 pouces de long). Quelques secondes après qu'on aura introduit la flamme dans le tube, le courant d'air sera assez fort pour l'éteindre ; mais si on obstrue le passage, en appliquant les doigts autour de la lampe à l'orifice du tube, la combustion continuera, quoiqu'avec irrégularité ; alors, avec un peu d'adresse et en faisant arriver l'air soit d'un côté, soit d'un autre, et en plus ou moins grande quantité, on peut le diriger sur la flamme de manière à produire un bruit rude ou un son continu et uniforme, d'un ton plus élevé et plus musical. L'opérateur est le maître de faire succéder à plaisir ces sons l'un à l'autre ; ensuite, si on substitue un courant de vapeur d'éther à la mèche (ce qui se fait aisément avec un flacon muni d'un tube), les tons peuvent devenir de plus en plus clairs, jusqu'au point de ressembler exactement à ceux de l'hydrogène.

On peut faire une semblable expérience avec le gaz hydrogène carboné : allumez un courant de gaz à sa sortie d'une petite lampe d'Argand, mais de manière que la flamme ait peu de hauteur ; employez un tube de verre qui soit très-peu plus large que le diamètre de la flamme, et abaissez-le verticalement, de manière qu'elle y soit presque renfermée ; le courant d'air se portera

sur la partie extérieure de la flamme; il étendra la limite de la combustion un peu au-dessus de la lampe: cette partie de la flamme aura des vibrations plus rapides, en brûlant avec des explosions continuelles, et on obtiendra un ton irrégulier. Otez la lampe; fixez un tuyau long et menu au tube à gaz, de manière à donner une flamme de chandelle qui puisse être introduite dans un tube; allumez le jet, et introduisez-le à environ cinq à six pouces : on obtiendra un ton musical bien distinct.

Pendant les expériences que m'a suggérées cette manière de voir, il s'est présenté beaucoup de phénomènes qu'on aurait pu ajouter à ce qu'on vient de dire, pour appuyer l'opinion que le son est dû à la vibration que la flamme éprouve en conséquence d'une suite d'explosions rapides et successives; mais j'ai négligé ces preuves surabondantes, et qui ne me paraissent pas nécessaires.

Si l'explication donnée est vraie, la seule chose qui soit nécessaire pour produire de pareils sons, c'est l'inflammation soudaine et successive de portions de mélanges gazeux détonnans. On forme très-aisément ces mélanges en dirigeant un courant d'air sur un jet de matière inflammable gazeuse; mais il est possible de les former par d'autres moyens, et le même phénomène peut être produit d'une manière différente.

On prouve que le tube n'est pas essentiellement nécessaire, en le transformant en un cylindre qui aura, ses deux extrémités exceptées, trois ou quatre pouces de diamètre. On peut aussi donner la forme sphérique à une portion de ce tube. J'ai pris deux récipiens qui étaien

ouverts, mais avec des orifices étroits; un d'eux fut renversé sur un jet de flamme de gaz hydrogène, de manière à former autour de ce jet une lampe ou une cloche de verre; le phénomène du son n'eut point lieu, parce que les courans descendans qui venaient d'en haut se confondaient avec le courant ascendant d'air qui venait d'en bas, et le rendaient irrégulier; mais en plaçant le second récipient sur le premier, et les appliquant bord à bord, de manière à mettre le courant ascendant à l'abri des causes perturbatrices, il se produisit immédiatement des sons : enfin, je réussis à obtenir des tons par le courant d'air d'une cheminée ordinaire : en effet, en attachant un grand récipient renversé à l'extrémité d'un entonnoir qui venait de la cheminée, tandis que l'autre ouverture s'y terminait, et introduisant un jet enflammé d'hydrogène dans l'orifice inférieur et étroit du récipient, je vins à bout de produire des sons.

On peut obtenir les mêmes sons par des moyens différens de ceux qu'on vient de décrire, quoique dépendans de la même cause, comme cela résulte des expériences faites par sir H. Davy, dans ses premières recherches relatives à la lampe de sûreté. De petites lampes de sûreté à gaze métallique, étant introduites dans des récipiens remplis d'atmosphères explosives, les gaz brûlent à l'intérieur du cylindre, et produisent des sons semblables à ceux qu'on obtient par un jet de flamme dans un tube.

Après avoir essayé d'expliquer le phénomène des sons produits par des jets de flamme dans des tubes ou d'autres vaisseaux, j'indiquerai rapidement les corps combustibles que j'ai soumis à l'expérience. Ce sont l'oxide

de carbone, le gaz oléfiant, le gaz proto-carburé ou gaz carburé léger, le gaz retiré du charbon de terre, l'hydrogène sulfuré et l'hydrogène arséniqué. On brûla ces substances gazeuses à l'extrémité d'un tube de cuivre long et étroit qui communiquait à un récipient placé dans une cuve pneumatique et soumis à une pression. On brûla l'éther à l'extrémité d'un tube fixé à un flacon qui contenait en petite quantité l'éther qu'on faisait chauffer; mais une meilleure manière de procéder, et que j'adoptai dans la suite, c'est de verser un peu d'éther dans une vessie et d'y condenser de l'air commun : l'éther se vaporise au point d'empêcher le mélange d'être détonnant; on fait sortir ce mélange gazeux en comprimant la vessie, et on le brûle à l'extrémité d'un tube. Tous ces gaz ont très-bien réussi. L'alcool, comme moins volatil, est plus difficile à traiter; mais l'expérience a le même succès lorsqu'il sort d'un flacon à l'état de vapeur et qu'on le brûle à l'extrémité d'un tube. En faisant des essais avec une bougie, on ne put produire aucun son distinct; mais ayant fait chauffer le tube fortement, afin d'y accélérer le courant, on entendit comme un son naissant au moment que la bougie fut éteinte par le courant.

L'hydrogène est sans contredit la meilleure substance pour produire ces tons; cette supériorité dépend de la basse température à laquelle il s'enflamme, de l'intense chaleur qu'il produit dans sa combustion, et de la petite quantité d'oxigène qu'il exige pour un volume donné. Le courant en conséquence l'éteint moins aisément que les autres gaz; le courant qui se forme est plus puissant et plus rapide, et un mélange explosif se forme plus

vite. Avec des gaz qui produisent peu de chaleur par leur combustion, et qui, par conséquent, n'occasionnent qu'un faible courant, l'effet croît si on commence par chauffer le tube au feu; mais quand on ne l'a pas chauffé d'avance, on s'aperçoit que le ton se perfectionne à mesure que le tube s'échauffe par la flamme qui s'y développe.

On a fait mention de quelques variations dans la forme du vaisseau qui enveloppe la flamme et dans les matériaux employés. Des globes de 7 à 2 pouces de diamètre, avec des collet courts, donnent des tons très-bas; des bouteilles, des flacons, des fioles ont toujours réussi; des récipiens, depuis 4 pouces de diamètre jusqu'à la plus petite dimension, peuvent être mis en usage. J'ai construit quelques tubes angulaires avec des tiges de verre et de bois longues et étroites; j'en plaçais trois ou quatre ensemble, de manière à former un tube triangulaire ou carré, en les liant avec de la ficelle roulée tout à l'entour : ils m'ont fait obtenir des tons avec l'hydrogène. Il est évident qu'on peut varier à l'infini le canal; car son usage est uniquement de former et de diriger le courant d'air. (*Journal of Science and the Arts.*)

LETTRE *adressée aux Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique, *au sujet d'un passage qui a été inséré dans le Numéro de juillet de la* Bibliothèque universelle de Genève.

« MESSIEURS,

» DANS le compte que MM. les Rédacteurs de la *Bibliothèque universelle de Genève* ont rendu de l'ouvrage de

Luke Howard *sur le climat de Londres*, ils rappellent une méthode que les physiciens ont, à mon avis, trop négligée, et qui peut être employée avec avantage pour reconnaître le degré d'humidité de l'air. Cette méthode consiste à déterminer quelle température doit avoir un liquide contenu dans un vase de verre, pour que la vapeur atmosphérique vienne se précipiter sur les parois extérieures et les ternir. J'avais pensé jusqu'ici que la première idée de cette méthode appartenait à Le Roy; mais, dans la *Bibliothèque universelle*, on l'attribue maintenant, sans hésiter, à M. Dalton, de Manchester : j'ai donc été curieux de relire, dans le Recueil de l'Académie des Sciences *pour mille sept cent cinquante-un*, le Mémoire du physicien de Montpellier, et d'y chercher les causes de ma méprise; car je n'ai garde de supposer que MM. les Rédacteurs de Genève aient voulu dépouiller notre compatriote. N'étant pas parvenu toutefois à me satisfaire sur ce point, je vous adresse le passage qui a donné lieu à cette lettre, et celui que j'ai extrait du Mémoire de Le Roy, avec prière de les insérer dans vos *Annales*, dans l'espérance que quelqu'un parviendra à concilier l'opinion que j'avais d'abord adoptée, avec la décision imposante des Rédacteurs de la *Bibliothèque universelle*.

« C'est M. Dalton qui a le premier proposé et mis » en pratique ce procédé hygrométrique pour recon» naître le degré d'humidité de l'air. On remplit un » vase de verre d'eau assez froide (naturellement ou » artificiellement) pour que la vapeur aqueuse contenue » dans l'air se condense en rosée sur sa surface. On met » dans l'eau du vase un thermomètre très-sensible. A » mesure que l'eau se réchauffe par l'effet de la tem-

» pérature de l'air, on essuie la rosée avec un linge.
» *Au moment où elle cesse de se déposer, on observe*
» *le degré indiqué par le thermomètre dans l'eau* : c'est
» le terme le plus bas, ou la température la plus froide
» dans laquelle la vapeur aqueuse puisse exister dans
» l'air sans se précipiter. » (*Biblioth. univ.* juillet 1818,
p. 220.)

» Voici maintenant ce qu'on lit dans le Mémoire de Le Roy, *Académie des Sciences*, pour 1751, pag. 490 et 491.

« Nous avons démontré plus haut que l'air peut dis-
» soudre d'autant plus d'eau qu'il est plus chaud. Cela
» posé, on conçoit aisément qu'il y a, en tout temps,
» un certain degré de froid auquel l'air est prêt à lâcher
» une partie de l'eau qu'il tient en dissolution : j'ap-
» pelle ce degré, *degré de saturation de l'air.* Suppo-
» sons, pour me rendre plus clair, que, le 28 août, l'air
» de l'atmosphère tienne en dissolution une quantité
» d'eau telle que le dixième degré soit le point de satu-
» ration ; ce jour-là, l'air pourrait être refroidi jusqu'à
» ce degré sans qu'il se précipitât aucune partie de
» l'eau qu'il tient en dissolution : refroidi à ce degré,
» il ne pourrait dissoudre de nouvelle eau ; refroidi au-
» dessous, il lâcherait nécessairement une partie de celle
» qu'il tenait en dissolution, et il en laisserait préci-
» piter une quantité d'autant plus grande que le froid
» serait plus fort. Dans ce cas, le dixième degré sera
» appelé *le degré de saturation de l'air.* Il est clair que
» plus le degré du thermomètre où se trouve celui de la
» saturation de l'air est élevé, plus l'air tient d'eau
» en dissolution, *et vice versâ.* D'où il suit qu'en

» observant, chaque jour, les variations du degré de saturation de l'air, et en examinant en même temps les circonstances du temps, on peut aisément parvenir à la connaissance des causes qui font varier la quantité d'eau que l'air tient en dissolution. Voici l'expérience facile à faire dont je me sers pour déterminer le degré de saturation de l'air, supposé que le degré soit au-dessus du terme de la glace.

» Je prends de l'eau refroidie au point de faire précipiter sensiblement l'eau que l'air tient en dissolution sur les parois extérieures du vaisseau dans lequel elle est contenue; je mets de cette eau dans un grand gobelet de cristal bien sec par dehors, y plongeant la boule d'un thermomètre, afin d'observer son degré de chaleur; je la laisse échauffer d'un demi-degré, après quoi je la transporte dans un autre gobelet. Si, à ce nouveau degré, l'eau dissoute dans l'air se précipite encore sur les parois extérieures du gobelet, *je continue de laisser échauffer l'eau de demi-degré en demi-degré, jusqu'à ce que j'aie saisi le degré au-dessus duquel il ne se précipite plus rien.* Ce degré est *le degré de saturation de l'air.* Par exemple, le soir du 5 octobre 1752, la chaleur de l'air étant au 13me degré, l'eau qu'il tenait en dissolution commençait à se précipiter sur le verre refroidi au 5me degré $\frac{1}{2}$. Au-dessus de ce degré, la surface extérieure du verre restait sèche; au-dessous, l'eau, qui se précipitait de l'air sur le verre était d'autant plus considérable que le verre était plus froid. Il est clair que, ce jour-là, le degré de saturation de l'air était un peu au-dessous du 5me degré $\frac{1}{2}$, puisque ce fluide, refroidi à ce degré,

» laissait précipiter une partie de l'eau qu'il tenait en
» dissolution. On peut donc, au moyen de cette expé-
» rience, déterminer en différens temps le degré de
» saturation de l'air, et reconnaître les causes qui font
» varier la quantité d'eau qu'il tient en dissolution. ».

» J'ai l'honneur d'être, etc.

» *Un de vos abonnés.* »

Sur *la Longueur du mètre français, exprimée en parties de l'étalon des mesures anglaises.*

Par le Capitaine Henri Kater.

(Traduit des *Transactions philosophiques* pour 1818, première partie.)

Un des objets recommandés au comité que la Société royale avait désigné pour déterminer la longueur du pendule à secondes, était la comparaison du mètre français à l'étalon des mesures anglaises. En conséquence on se procura à Paris, pour cet objet, deux mètres de platine : l'un était construit comme à l'ordinaire et nommé *mètre à bouts*; dans l'autre, la longueur du mètre est marquée par deux lignes très-fines tracées sur une barre de platine : on le désigne par le nom de *mètre à traits.*

La largeur du mètre à bouts est d'un pouce; son épaisseur de $0^{pouce},3$. Le mot *mètre* est gravé sur une face; sur la face opposée on lit : *Fortin, à Paris.* Les plans qui terminent cette règle sont supposés parfaitement parallèles, et leur distance est la longueur du mètre.

Le *mètre à traits* a la même largeur que le *mètre à bouts* ; mais il est plus épais que celui-ci d'un quart de pouce. Les lignes qui marquent sa longueur sont si fines qu'on les aperçoit à peine, même à l'aide d'un microscope, à moins que la lumière qui les éclaire ne soit très-favorablement placée. Toutefois on trouve les lignes aisément en se guidant sur deux fortes marques que le graveur a faites aux extrémités de chacune d'elles ; un trait fin qui croise les deux lignes à angles droits indique la place où l'on doit prendre les mesures.

Avant de nous être apporté de Paris, le mètre à traits avait été comparé à l'étalon du gouvernement, par M. Arago, avec tout le soin qu'une opération aussi délicate nécessite. Il trouva que la distance entre les deux lignes était moindre qu'un mètre de $\frac{17,59}{1000}$ de millimètre, ou 0,00069 de pouce.

Pour les comparaisons qui me restent à détailler, je me suis servi des microscopes à micromètres dont j'ai donné la description, en rendant compte, dans les *Transactions philosophiques* de la présente année, de mes expériences sur la longueur du pendule ; or, comme la longueur du mètre est d'environ $39^{\text{pouces}},4$, il m'a été facile de la rapporter précisément aux mêmes divisions de l'échelle de sir George Shuckburgh, qui m'avaient servi pour le pendule.

Je commençai avec le mètre *à traits*. Pour cela, je le plaçai à côté de notre étalon, et de manière que les surfaces de l'une et l'autre règle se trouvassent exactement dans le même plan. Un excellent thermomètre reposait sur l'échelle anglaise ; et pour prévenir que la chaleur de l'observateur ne l'affectât, sa bulle était constamment recouverte d'un cuir épais.

L'appareil demeura dans cet état pendant deux ou trois jours, après quoi, et en différens temps, on fit les observations suivantes, en plaçant alternativement sous les microscopes l'échelle anglaise et le mètre. La valeur de chaque division de mon micromètre était de $\frac{1}{23363}$ de pouce anglais.

(Suit un tableau renfermant quatorze déterminations prises entre 58°,8 et 62°,4 Fahrenheit, et qui, réduites à la même température, n'offrent jamais des discordances au-dessus de $\frac{3}{10000}$ de pouce. Par une moyenne entre toutes ces déterminations partielles, M. Kater trouve pour la distance des deux lignes marquées sur le mètre à traits, *ce mètre étant pris à la température de la glace fondante*, et exprimée en parties de l'échelle de cuivre de sir George Shuckburgh, *cette échelle étant à 62° Fahrenheit, ou 16°,67 centigrades*, le nombre . . . . 39,37012 pouc. angl.

Mais, d'après les mesures de M. Arago, il faut ajouter à la distance des deux traits, pour avoir la longueur du mètre. . . . . +0,00069;

Et d'après celles de M. Kater, la distance du ZÉRO de l'échelle de Shuckburgh, à la division 39^{p},4, est plus courte que la moyenne du même intervalle, pris sur toutes les autres divisions de l'échelle, de . —0,00005.

D'où il résulte que la longueur mètre, exprimée en parties de l'échelle de *cuivre* de sir George Shuckburgh, cette échelle étant à 62° Fah. (16°,67 centig.) de température, est égale à. . . . . 39,37076 pouc. ang.)

La comparaison du *mètre à bouts* présenta de grandes difficultés ; mais il serait peu utile de les détailler, puisqu'on doit avoir très-rarement besoin de faire une semblable opération. Je me bornerai donc à décrire la méthode qui me réussit à la fin.

On prépara quatre pièces rectangulaires de cuivre parfaitement semblables à celles dont j'ai donné la description dans mon *Mémoire sur la Mesure du pendule à secondes*, inséré dans les *Transactions philosophiques*. Ces pièces sont marquées *C*, *c*, *D*, *d*. Les faces parfaitement planes et rectangulaires des deux pièces *C*, *c* furent amenées à un contact parfait, et, à l'aide d'un ressort, on empêcha qu'elles ne se séparassent ; on mesura alors la distance des deux lignes très-fines tracées sur leurs surfaces, parallèlement aux faces rectangulaires en contact et très-près de leurs bords. Cette distance se trouva de 500,5 divisions du micromètre. Les pièces *D* et *d* ayant été ensuite amenées au contact, de la même manière, la distance des lignes sur leurs surfaces, évaluée en parties du même micromètre, était de 456,7.

Le *mètre à bouts* étant maintenant placé à côté de notre étalon en cuivre et en contact avec lui, les pièces *D* et *d* furent appliquées à ses deux extrémités, avec l'attention que leurs surfaces supérieures se trouvassent un peu au-dessous de la surface du mètre, pour éviter toute erreur qui serait provenue d'une petite saillie des arêtes de ce dernier sur les plans qui le terminent. Chaque pièce de cuivre était supportée, dans cette position, sur une lame de plomb suffisamment épaisse, et maintenue en contact parfait avec le bout du mètre, à

l'aide d'un léger ressort qui s'appuyait sur une épingle implantée dans le plomb.

Pour s'assurer que le contact parfait entre chaque pièce additionnelle de cuivre et les plans terminateurs du mètre était établi, on plaçait une règle plate de cuivre sur la surface supérieure de ce dernier, de telle sorte qu'elle le dépassât; ensuite on abaissait ou on élevait l'extrémité de la lame de plomb, de manière à rendre d'une largeur égale, dans toute son étendue, la petite ligne lumineuse comprise entre la règle et la pièce, l'œil étant de niveau avec la face supérieure de celle-ci : il est clair qu'alors la surface du mètre et celle de la pièce étaient parallèles, et que leurs extrémités rectangulaires se touchaient parfaitement.

Après avoir fait coïncider les deux microscopes avec les traits marqués sur les pièces *D, d,* on substituait l'étalon en cuivre au mètre, comme nous l'avons dit précédemment, et lorsqu'on avait réuni ainsi un nombre suffisant d'observations, les pièces *D* et *d* étaient remplacées par *C, c,* et les mesures répétées de nouveau, avec toutes les précautions qui pouvaient en assurer l'exactitude, surtout à l'égard de la température (1).

---

(1) On voit aisément qu'à l'aide de ces pièces additionnelles, le *mètre à bouts* se trouve ramené à un *mètre à traits :* seulement il est alors plus long qu'il ne faut de tout l'intervalle qui était compris entre les traits des deux pièces, lorsqu'elles se touchaient l'une l'autre par les faces qui s'appuient, maintenant, sur les deux extrémités du mètre. Cet intervalle pour *D, d,* par exemple, étant de 500,5 divisions, ce nombre a été retranché de toutes les mesures prises avec ces pièces. (R.)

Le mètre étant ensuite placé sens dessus dessous, on recommençait une seconde série de mesures, en s'astreignant aux mêmes précautions. Les résultats sont contenus dans les tableaux suivans.

(Suivent quatre tables renfermant tous les détails de 20 comparaisons différentes faites entre les limites de température 54°,8 et 59°,7 Fahrenheit (12°,67 et 15°,39 centigrades). Les discordances entre les résultats partiels n'atteignent pas même $\frac{2}{10000}$ de pouce. Voici le résumé des moyennes : le mètre est supposé ramené, comme ci-dessus, à la température de la glace fondante, et l'échelle en cuivre de sir George Shuckburgh à 16°,67 centigrades.)

		Valeur du mètre. pouces anglais.
Le mot MÈTRE par-dessus,	pièces *D, d*,	39,37084;
	pièces *C, c*,	39,37089.
Le mot *Fortin* par-dessus,	pièces *C, c*,	39,37082;
	pièces *D, d*,	39,37090.
Moyenne		39,37086.
D'où il faut retrancher, pour tout rapporter à la valeur moyenne des divisions tracées sur l'échelle de sir George Shuckburgh		0,00005.
Ce qui donne, pour la longueur définitive du *mètre à bouts*		39,37081.

Les corrections pour la température ont été obtenues ainsi qu'il suit : la dilatation linéaire du platine, d'après les expériences de Borda et autres physiciens, est 0,00000476 de la longueur totale, par chaque degré

de Fahrenheit (0°,555 centigr.). Or, comme cette dilatation est celle dont se servent les Français en étalonnant leurs mesures, j'ai dû l'employer également. La règle en platine sur laquelle j'opérais n'exprimait la longueur du mètre qu'à la température de la congélation de l'eau; il a donc fallu soustraire la dilatation correspondante à la différence entre la température de l'expérience et *zéro*, de la longueur de la règle. L'étalon des mesures anglaises est rapporté à 62° Fahrenheit (16°,67 centigr.); par conséquent, toutes les fois que la comparaison de la règle au mètre était faite au-dessous de ce degré, il fallait retrancher la dilatation correspondante, de la longueur obtenue. L'étalon de sir George Shuckburgh est de laiton; et comme je n'ai pas trouvé l'occasion de déterminer sa dilatabilité par des expériences directes, avec toute l'exactitude nécessaire, j'ai adopté le résultat moyen de deux expériences faites sur une lame de laiton; ce qui m'a fourni 0,0000101 pour le coefficient correspondant à 1° Fahrenheit. La moyenne de la plupart des déterminations obtenues par d'autres physiciens est 0,0000104. J'aurais employé ce nombre au lieu du mien, qu'il n'en serait résulté sur la longueur du mètre qu'une différence tout-à-fait négligeable.

Si nous supposons que les deux règles ont une égale authenticité (1), nous trouverons, pour la longueur du

---

(1) Le mètre à bouts avait été comparé directement à l'étalon du même métal conservé aux archives françaises, par sir Charles Blagden, membre de la Société royale de Londres, et par MM. Biot et Arago. (R).

mètre à traits . . . . 39,37076 pouces.

Pour celle du mètre à bouts . . . 39,37081;

D'où moyenne. . . . . 39,37079.

Telle est donc la valeur du mètre exprimée en parties de l'échelle de sir George Shuckburgh, si l'on suppose que l'un et l'autre étalon sont ramenés aux températures convenues.

Rapporté à l'étalon du Parlement, construit par Bird en 1758, le mètre est égal à. . . . . 39,37062 pouces.

Mémoire *sur l'Electricité des Minéraux* (1).

Par M. Haüy.

De toutes les recherches qui concourent au développement de la science minéralogique, et dont les unes tendent à l'enrichir de nouveaux faits, les autres ont pour but d'accroître son domaine en nous faisant connaître des productions jusqu'alors ignorées, il n'en est pas de plus heureuses ni de plus intéressantes que celles dont les résultats éclairent et font ressortir davantage les diverses parties de la méthode, en même temps qu'ils portent dans son ensemble cette justesse et cette régularité qui, bien mieux que les observations qui ajoutent à son étendue, peuvent donner la mesure de ses progrès

---

(1) Ce Mémoire a été rédigé par M. Delafosse, aide-naturaliste pour la minéralogie au Jardin du Roi, d'après les expériences faites, avec sa coopération, par M. Haüy, et les notes que ce professeur lui a communiquées.

vers la perfection. Le minéralogiste qui veut contribuer de tous ses efforts à faire prendre à la science une direction aussi avantageuse, ne doit rien négliger de tout ce qui peut amener une notion plus exacte et plus approfondie des corps inorganiques, de leurs propriétés et de leurs rapports mutuels; il doit les étudier sous toutes les faces qu'ils présentent; les suivre comparativement jusque dans le détail des phénomènes, pour saisir leurs différences les plus légères et dévoiler leurs analogies les plus secrètes; il doit s'attacher surtout à puiser, dans le fond même des êtres, de précieuses données sur leur nature, et des caractères propres à nous représenter ce qu'elle est sous ces dehors variables qui la déguisent de tant de manières, et nous exposent si souvent à la méconnaître. De tels caractères, loin d'être une surcharge pour la méthode qui s'en empare, ne font qu'ajouter de nouveaux traits, et donner plus d'expression et de coloris au tableau du règne minéral.

Les réflexions précédentes m'ont fait naître depuis long-temps l'idée de considérer plus particulièrement, dans les minéraux, la faculté qu'ils ont de se constituer, à l'aide du frottement, dans des états électriques, en rapport nécessaire avec leur constitution intime, et dont la diversité peut servir à accroître les moyens de distinction entre les espèces. J'ai pensé qu'il pourrait ne pas être indifférent de déterminer pour chacune d'elles, par des épreuves directes et précises, la nature de l'électricité qui lui est propre.

Le tome III des *Annales du Muséum d'Histoire naturelle* (1) contient un premier essai de ce genre de tra-

(1) Pag. 309 et suiv.

vail, dans lequel je m'étais borné à présenter la liste de vingt-trois substances métalliques, avec la simple indication du caractère que leur assignait l'électricité. J'ai repris récemment le même sujet sous un point de vue plus général, en y comprenant toutes les espèces du règne inorganique, et mes observations, qui semblaient faites d'abord pour rester isolées, se sont montrées, dans leur rapprochement, soumises à des lois remarquables qui permettent de lire par avance le résultat de chaque épreuve dans le *facies* même du minéral qui en est l'objet.

Des expériences multipliées et comparées m'ont offert, dans les diverses manières dont les électricités vitrée et résineuse s'unissent aux facultés isolante et conductrice, quatre combinaisons différentes, d'après lesquelles on peut sous-diviser l'ensemble des minéraux en autant de classes distinctes, et tellement circonscrites, que le caractère électrique propre à chacune d'elles se rattache à des propriétés physiques communes à toutes les espèces qui la composent. Par une suite de cette liaison, et de la nature même de ces propriétés qui dépendent de l'action des molécules propres des corps sur le fluide lumineux, la distribution dont il s'agit se rapproche en grande partie de l'ordre méthodique adopté par les minéralogistes. On ne verra peut-être pas sans intérêt, dans cette relation inattendue entre les phénomènes de la lumière et ceux de l'électricité, une correspondance et une association d'effets, pour ainsi dire, concertées, et qui semblent annoncer entre les causes elles-mêmes quelque lien qui nous échappe, ou déceler du moins, dans les

substances où elles se montrent, une conformité plus étroite et de nouvelles ressemblances.

Les propriétés dont nous venons de parler ne s'observent pas constamment dans tous les individus d'une même espèce, et l'on doit s'attendre à rencontrer une variation analogue dans les résultats des épreuves relatives au caractère électrique. Pour citer un exemple, la transparence, l'une des conditions nécessaires au développement de l'électricité vitrée dont la réunion avec la faculté isolante constitue le caractère propre des espèces de la première classe, existe dans la chaux carbonatée, dite *spath d'Islande*; mais elle disparaît entièrement dans celle que je nomme *saccharoïde* (marbre statuaire), et dans la variété compacte. Dans les cas de ce genre, la faculté isolante s'affaiblit par degrés, à mesure que la substance s'éloigne de son état de perfection, et finit bientôt par devenir nulle. L'électricité vitrée suit une pareille gradation, et, à un certain terme, elle fait place à l'électricité résineuse.

Il en est du caractère électrique, relativement aux variations qu'il éprouve dans une même espèce, comme de tous ceux qui dépendent non-seulement de l'essence des molécules, mais encore de leurs différens modes d'agrégation, et sont surtout influencés par les altérations que produisent les mélanges accidentels. La pesanteur spécifique et la dureté offrent aussi, sous le même rapport, des diversités plus ou moins grandes, à raison des causes particulières qui ont pu resserrer ou relâcher le tissu de la substance. On sait combien les couleurs sont elles-mêmes fugitives et trompeuses, et quelles oscillations la présence de principes étrangers peut faire naître

dans les résultats de l'analyse. La forme primitive seule demeure invariable au milieu des nombreuses modifications que subissent les propriétés qui l'accompagnent, et l'importance dont elle est en elle-même s'accroît encore par ce défaut de fixité des autres caractères. Ceux-ci, pour être décisifs, pour devenir vraiment spécifiques, ont besoin d'être ramenés à une sorte de limite qui se rapporte au véritable type de l'espèce, ou à la substance dans son plus grand état de pureté possible. On ne peut donc espérer de rendre précise la détermination du caractère électrique qu'en écartant, par un choix convenable des morceaux destinés aux expériences, les causes d'altération qui peuvent être inhérentes aux individus, ou en remédiant à celles qui ne sont qu'extérieures, et n'attaquent pas la nature intrinsèque du minéral.

Deux causes principales contribuent aux variations qu'éprouve le caractère dont il s'agit. L'une est le changement même de ces propriétés physiques dont nous avons fait connaître l'accord avec les propriétés électriques, comme l'affaiblissement de la transparence si souvent offusquée, soit par le mélange d'une matière hétérogène interposée accidentellement dans la substance, soit par un dérangement de structure qui occasionne un aspect nébuleux. L'autre cause réside dans le tissu des surfaces, dans la perte du poli, qui seule suffit pour enlever au corps la faculté isolante s'il en est doué, et y faire naître l'électricité résineuse par l'intermède du frottement. On peut remédier à celle-ci en diminuant les aspérités et en rétablissant le poli, lorsque l'intérieur du corps n'a subi d'ailleurs aucune altération. Ainsi, le quarz et la topaze, qui, à l'état de cristaux limpides,

jouissent de la faculté isolante, et manifestent l'électricité vitrée, deviennent conducteurs et s'électrisent résineusement lorsque leur forme est arrondie, et leur surface terne et raboteuse; mais ces fragmens roulés, lorsqu'on leur rend peu à peu le poli, reprennent par degrés les états intermédiaires par lesquels ils avaient passé, et finissent par recouvrer entièrement leurs propriétés primitives avec tout leur éclat entre les mains du lapidaire.

Pour faire les expériences relatives au caractère électrique, j'isole, si cela est nécessaire, le morceau que je veux éprouver, en l'attachant avec de la cire ordinaire à l'extrémité d'un bâton de gomme-laque, ou de cire d'Espagne; puis, tenant ce bâton à la main, je passe à plusieurs reprises le fragment sur une étoffe de laine ou sur du drap, et je le présente successivement à deux appareils mobiles, où se trouvent développées d'avance les deux espèces d'électricité. Ces appareils extrêmement simples, dont j'ai donné en détail la description et les usages dans le *Traité des caractères physiques des pierres précieuses* (1), consistent, l'un dans un petit barreau de spath d'Islande suspendu librement à un fil de soie, et l'autre dans un bâton de cire d'Espagne, surmonté d'une pointe d'acier, qui sert de pivot à une aiguille de cuivre ou d'argent. Il ne faut que presser une seule fois entre deux doigts le barreau de spath pour y faire naître une électricité vitrée très-sensible. Quant à l'aiguille métallique, on lui communique l'électricité résineuse à l'aide

---

(1) Paris, 1817, chez madame veuve Courcier, rue du Jardinet, quartier Saint-André-des-Arts.

d'un bâton de cire d'Espagne, ou d'un morceau de succin que l'on a frotté, et qui lui transmet par le contact son fluide excédant. Quand le temps est sec, on peut, pour plus d'uniformité, substituer au spath un appareil semblable au second, en se servant, pour le mettre à l'état électrique, d'une lame de verre de vitrier, que l'on fait passer à plusieurs reprises entre les doigts. On réussira même par un temps humide, si l'on a la facilité de présenter au feu pendant un instant la lame de verre avant de l'employer.

Des expériences aussi délicates exigent, de la part de celui qui les tente, une attention éclairée et soutenue, à laquelle leur succès est attaché. Je pense qu'on me saura gré d'indiquer ici les précautions utiles, ou même indispensables, pour obtenir le véritable résultat. Il est quelquefois nécessaire de frotter les corps à différens endroits de la laine ou du drap lorsqu'ils éprouvent de la difficulté à s'électriser malgré leur isolement. Il faut avoir soin de préférer la répulsion à l'attraction pour reconnaître l'espèce d'électricité dont le minéral s'est chargé; car il pourrait arriver que le corps que l'on présente à l'un des appareils désignés plus haut ne se fût pas électrisé, ou qu'ayant acquis d'abord de la vertu, il l'eût perdue ensuite et fût rentré dans l'état naturel; et comme il y aurait attraction, on se croirait en droit d'en inférer que la substance possède l'électricité opposée à celle qui réside dans l'appareil. Pour se mettre à l'abri de cette cause d'illusion, il faut commencer par présenter le corps à l'aiguille non isolée : s'il y a attraction, on sera certain qu'il est dans l'état électrique; et s'il attire ensuite l'aiguille électrisée, ce second effet indiquera dans le

même corps l'existence d'une électricité contraire. Quant à la répulsion, elle fait connaître, dès le premier instant, que le fluide mis en action dans le minéral est le même que celui de l'appareil, puisque, s'il en était autrement, l'effet tout opposé aurait lieu. Mais il faut avoir l'attention de la saisir avant le terme où elle pourrait se changer en attraction, par suite de l'action qu'exerce l'aiguille sur le fluide naturel du corps soumis à l'épreuve.

Quelquefois même cette action est assez forte pour détruire instantanément l'état électrique que le frottement a fait naître, en sorte qu'on n'aperçoit pas le plus léger indice de répulsion, comme cela est arrivé à l'égard de quelques substances de la première classe, qui ne prennent qu'une faible électricité. J'ai imaginé, pour les cas de ce genre, un petit appareil d'une extrême sensibilité, et qui n'est autre chose qu'un poil de chat fixé à l'extrémité d'un cylindre mince de cire d'Espagne ou de gomme-laque. Ce poil s'électrise vitreusement lorsqu'on le passe entre les doigts, et il suffit d'en approcher un minéral chargé d'une très-petite quantité de fluide, pour le voir aussitôt fléchir dans un sens ou dans l'au-l'autre, suivant que ce corps possède l'une ou l'autre électricité.

Je vais maintenant présenter le tableau de mes résultats, conformément à la distribution que j'ai annoncée, en le faisant suivre d'observations relatives aux espèces qui ont offert quelque particularité remarquable.

Tableau du Règne minéral, considéré sous le rapport de l'électricité produite par le frottement.

PREMIÈRE CLASSE.

Substances transparentes et incolores dans leur état de perfection. Leur couleur, lorsqu'elle existe, dépend d'un principe accidentel. Elles ont la faculté isolante, et acquièrent, à l'aide du frottement, l'électricité vitrée.

PREMIER ORDRE.

Electriques aussi par la chaleur.

Magnésie boratée.
Silice fluatée alumineuse.
Axinite.
Tourmaline.
Mésotype.
Prehnite.
Zinc oxidé.
Titane silicéo-calcaire.

SECOND ORDRE.

Non électriques par la chaleur.

A. *Acidifères.*

Chaux carbonatée en rhomboïdes primitifs, dits *spath d'Islande*.
La même, magnésifère, laminaire du Saint-Gothard.
Arragonite.
Chaux phosphatée. Variété jaune verdâtre d'Espagne (spargelstein, W.)
Chaux fluatée.
Chaux sulfatée.
Chaux anhydro-sulfatée, laminaire de Bex en Suisse.
Baryte sulfatée.
Baryte carbonatée.
Strontiane sulfatée.
Strontiane carbonatée.
Magnésie sulfatée.
Chaux boratée siliceuse.
Potasse nitratée.
Potasse sulfatée.
Soude muriatée.
Glaubérite.

B. *Terreuses.*

Quarz-hyalin.
Zircon.
Corindon-hyalin.
Cymophane.
Spinelle.
Emeraude.
Euclase.
Dichroïte.
Grenat.
Essonite.
Idocrase.
Feldspath.
Apophyllite.
Amphibole ; variétés, dites *actinote* et *trémolite*.
Pyroxène ; variété du Piémont, dite *diopside*.
Epidote.
Stilbite.
Analcime.
Néphéline.
Disthène.
Mica.
Macle.

C. *Combustibles.*

Diamant.

D. *Métalliques.*

Plomb carbonaté.
Plomb sulfaté.
Schéelin calcaire.
Zinc carbonaté.
Etain oxidé.

Les espèces suivantes n'ont été placées ici que d'après l'analogie.

Magnésie carbonatée.
Soude boratée.
Ammoniaque muriatée.
Alumine sulfatée alcaline.
Alumine fluatée alcaline.
Wavellite.
Triphane.
Pétalite.
Staurotide.
Hypersthène.
Wernerite.
Paranthine.
Diallage.
Anthophyllite.
Laumonite.
Sodalite.
Chabasie.
Harmotome.
Pinite.
Dipyre.
Asbeste.

Appendice.

Substances dont le caractère propre est l'électricité résineuse, jointe à l'onctuosité de la surface; elles jouissent, comme les espèces de la première classe, de la faculté isolante, lorsqu'elles sont transparentes et incolores (1).

Talc laminaire.
Talc granuleux?
Talc glaphique?

SECONDE CLASSE.

Substances douées d'une couleur propre, dépendante de leur nature, ayant la faculté isolante dans quelqu'état qu'elles soient, et acquérant, à l'aide du frottement, l'électricité résineuse; l'anthracite est la seule qu'il soit nécessaire d'isoler pour qu'elle s'électrise (2).

Soufre.
Bitume.
a. Glutineux.
b. Solide.
c. Elastique.
d. Subluisant.
Rétin-asphalte.
Succin.
Mellite.
Anthracite.

---

(1) *Voyez* les observations ci-après.

(2) On a exclu du tableau le jayet, qui offre des traces si visibles de son origine végétale, et la houille, qui semble appartenir plutôt à la géologie qu'à la minéralogie proprement dite.

TROISIÈME CLASSE.

Substances essentiellement opaques, douées de l'éclat métallique, ou susceptibles de l'offrir à l'aide du poli, conductrices, et acquérant, lorsqu'elles sont isolées et frottées, les unes l'électricité vitrée, et les autres la résineuse (1).

PREMIER ORDRE.

Electriques vitreusement.

Argent pur.
Argent natif.
Argent monnayé.
Plomb pur.
Cuivre pur.
Cuivre natif.
Cuivre monnayé.
Zinc pur.
Laiton.
Bismuth natif.
Mercure argental.

SECOND ORDRE.

Electriques résineusement.

A. *Ayant naturellement l'éclat métallique.*

1. *Espèces simples.*

Platine pur.
Platine natif.
Palladium.
Or pur.
Or natif.
Or monnayé.
Nickel pur.
Fer natif.
Fer forgé.
Etain pur.
Amalgame d'étain et de mercure, dont on enduit les glaces.
Arsenic natif.
Antimoine pur.
Antimoine natif.
Tellure auro-plombifère (or de Nagyag.)

---

(1) On a compris dans cette classe les principaux métaux amenés par l'affinage à l'état de pureté, ainsi que plusieurs alliages employés dans les arts.

2. *Combinaisons de deux métaux.*

Argent antimonial.
Nickel arsenical.
Fer arsenical.

3. *Métaux combinés avec l'oxigène.*

Fer oxidulé.
Manganèse oxidé métalloïde.

4. *Métaux unis à un combustible.*

Argent sulfuré.
Plomb sulfuré.
Cuivre pyriteux.
Cuivre gris (1).
Cuivre sulfuré.
Graphite (fer carburé).
Fer sulfuré commun.
Fer sulfuré blanc.
Fer sulfuré magnétique.
Etain sulfuré.
Bismuth sulfuré.
Manganèse sulfuré.
Antimoine sulfuré.
Molybdène sulfuré.

5. *Métaux combinés avec un acide.*

Fer chromaté.

B. *N'offrant pour l'ordinaire qu'une tendance vers l'éclat métallique, qu'elles acquièrent sensiblement à l'aide du poli.*

Fer oxidé.
Cobalt oxidé noir.
Urane oxidulé.
Schéelin ferruginé.
Fer silicéo-calcaire (yénite) (2).
Tantale oxidé.
Le *même*, yttrifère.
Cérium oxidé noir.

---

(1) Il est probable que cette espèce n'est autre chose qu'un cuivre pyriteux mélangé d'arsenic et d'antimoine.

(2) On a placé ici l'yénite par un motif semblable à celui qui a fait ranger dans le genre du titane l'espèce qui porte le nom de *silicéo-calcaire.*

QUATRIÈME CLASSE.

Substances douées d'une couleur propre, dépendante de leur nature, susceptibles de transparence dans leur état de perfection. La faculté isolante est limitée aux variétés qui se rapprochent de cet état.

PREMIER ORDRE.

Susceptibles d'offrir par réflexion le brillant métallique, et par réflexion et réfraction à-la-fois une couleur plus ou moins vive. La différence dépend du poli de la surface (1). *Toutes acquièrent l'électricité résineuse à l'aide du frottement.*

Couleur rouge par transparence.

Argent antimonié sulfuré.
Mercure sulfuré.
Cuivre oxidulé.
Fer oligiste.
Arsenic sulfuré.
Titane oxidé.

Couleur bleue par transparence.

Titane anatase.

SECOND ORDRE.

Privées de l'éclat métallique. Presque toutes acquièrent l'électricité résineuse à l'aide du frottement (2).

Mercure muriaté.
Plomb chromaté.
Plomb phosphaté.
Plomb molybdaté.
Cuivre carbonaté vert.
Le *même*, d'une couleur bleue.
Cuivre arséniaté.
Cuivre dioptase.

---

(1) *Voyez* les observations ci-après.

(2) Il ne faut en excepter que le cuivre carbonaté vert, qui assez souvent est isolant et acquiert l'électricité vitrée.

Cuivre phosphaté.
Cuivre hydraté.
Cuivre sulfaté.
Fer phosphaté.
Fer arséniaté.
Fer sulfaté.
Zinc sulfuré.
Cobalt arséniaté.
Urane oxidé.

Espèces dont la classification est douteuse.

Antimoine oxidé blanc.
Cérium oxidé rouge.

ANNOTATIONS RELATIVES AUX DIFFÉRENTES CLASSES.

PREMIÈRE CLASSE.

J'ai déjà eu l'occasion de remarquer que le caractère électrique, sur lequel cette classe est fondée, ne s'étendait pas à toutes les variétés d'une même substance. Le passage à l'état résineux a lieu plus ou moins rapidement, suivant la diversité des espèces. Dans celle du disthène, il ne tient, pour ainsi dire, qu'à de simples nuances ; en sorte que de deux cristaux qui possèdent la propriété isolante, et ne présentent qu'une légère différence dans le poli, l'un acquiert l'électricité vitrée, tandis que l'autre manifeste l'électricité résineuse. J'ai même observé ces effets contraires sur les pans opposés d'un cristal de ma collection, et je ne puis assigner d'autre cause à ce résultat singulier, qu'une certaine altération dans la contexture de l'une des surfaces. A l'égard de la chaux carbonatée, la faculté isolante et l'électricité vitrée se montrent encore, mais beaucoup plus faibles, dans des morceaux dont la transparence est offusquée par une teinte de blanchâtre. Un fragment de marbre de

Carrare, que j'ai trouvé conducteur, s'électrisait vitreusement lorsque je le frottais sur une face unie et sans aspérités, et résineusement lorsque le frottement agissait sur les parties brutes et raboteuses ; mais un morceau compacte de la même substance, taillé en forme de plaque, et dont les grandes faces avaient reçu un assez beau poli, acquérait sur l'une et sur l'autre l'électricité résineuse.

Lorsque le passage à l'état résineux n'est occasionné que par la perte du poli, comme dans les corps ordinairement transparens, et qui depuis ont été roulés et arrondis, tantôt la faculté isolante subsiste encore au terme où ce passage a lieu, tantôt la propriété conductrice et l'électricité résineuse paraissent simultanément. Ainsi, une topaze roulée et translucide, que l'on tient entre les doigts, donne, à l'aide du frottement, des signes d'électricité résineuse, tandis qu'un cristal de roche roulé, plus translucide encore que la topaze, a besoin d'être isolé pour acquérir de la vertu.

On a pu remarquer, en parcourant la série des espèces de la première classe, qu'elle offre la réunion de tous les minéraux connus susceptibles de s'électriser par la chaleur. Il est heureux de voir l'électricité multiplier ainsi les points de contact entre des substances qu'elle avait déjà si fortement rapprochées, et confirmer par là l'importance dont nous a paru digne la considération des phénomènes auxquels cet agent physique donne naissance.

L'épreuve relative au zinc oxidé demandait une attention particulière, parce que ce minéral étant habituellement électrique par l'action de la température ordi-

naire, il fallait éviter de confondre l'effet résultant de cette action avec celui que le frottement fait naître. Pour lever toute équivoque, et obtenir séparément ce dernier effet, j'ai fait choix d'un morceau de forme prismatique, qui jouissait des propriétés connues, savoir de manifester à ses extrémités les deux électricités contraires, et cela de manière que la partie intermédiaire était sensiblement dans l'état naturel. Cette partie, ayant été frottée, a donné des signes d'électricité vitrée.

J'ai placé, à la fin de la première classe, un certain nombre d'espèces dont le rapprochement avec les autres n'est indiqué que par l'analogie. Mais telle est la force de cette analogie, qu'il ne me paraît pas douteux que ces corps, lorsqu'on les rencontrera dans leur état de perfection, ne se montrent doués des propriétés relatives à la classe dont il s'agit. Cette attente a même été justifiée durant mon travail à l'égard de plusieurs espèces, qui, après avoir résisté pendant quelque temps aux épreuves du caractère, ont fini par rentrer sous ses lois, aussitôt qu'elles se sont offertes à mes observations dans toute leur pureté.

Cette partie du tableau est terminée par un appendice où sont réunies plusieurs substances qui ont des rapports avec les précédentes, mais qui s'en distinguent par l'onctuosité de leur surface, à laquelle il faut sans doute attribuer le changement de nature qu'on observe dans l'électricité. On pourra par la suite, si leur nombre augmente, en former une sous-division à part; mais j'ai cru devoir les laisser ici comme en réserve, jusqu'à ce que les découvertes ultérieures aient amené cette nouvelle classification.

SECONDE CLASSE.

Elle est remarquable par la constance et la généralité des caractères qui la déterminent, et qui s'étendent à des variétés dans lesquelles on n'aurait pas soupçonné l'existence de la faculté isolante. Je citerai, pour exemple, le bitume élastique du Derbishire, qui, malgré son état de flexibilité ou de mollesse, s'électrise d'une manière très-sensible par le frottement, lors même qu'on le tient entre les doigts.

TROISIÈME CLASSE.

Parmi les substances de cette classe qui acquièrent l'électricité résineuse à l'aide du frottement, la plupart des sulfures, tels que ceux d'argent, de cuivre, de plomb, etc., se font remarquer par l'énergie de leur vertu. Il semble que ce développement de force soit dû à la présence du soufre, qui joint ici l'action qui lui est propre à celle des métaux qui lui sont associés.

QUATRIÈME CLASSE.

Les substances qui composent le premier ordre, telles que l'argent antimonié sulfuré, le mercure sulfuré, etc., méritent de fixer l'attention par la double propriété qu'elles ont de pouvoir offrir, tantôt le brillant métallique par réflexion, tantôt par réflexion et par réfraction, une couleur plus ou moins vive; en sorte qu'on peut faire naître à volonté l'une ou l'autre, en variant le poli de la surface. Lorsqu'il est d'une grande vivacité, le corps réunit à l'opacité le brillant métallique. A msure que le poli s'affaiblit, le corps devient susceptible d'offrir

sous différens aspects ce même éclat, qui seulement est moins intense, et une couleur ordinairement rouge qui a lieu par réflexion et par réfraction à-la-fois; et enfin, lorsque le poli est altéré à un certain point, le rouge se montre seul. La variation dont je viens de parler est très-sensible dans le fer oligiste.

Le brillant métallique a ordinairement une teinte de bleu. Or, le rouge étant la couleur complémentaire du bleu, l'effet dont il s'agit est du genre de ceux que produisent différens corps susceptibles de réfléchir et de réfracter deux couleurs qui sont complémentaires l'une de l'autre. C'est l'analogue de ce qu'on observe dans le phénomène des anneaux colorés.

L'arsenic sulfuré est dans un cas particulier. Sa variété rouge, telle qu'on la trouve dans la nature, est ordinairement dépourvue de l'éclat métallique; mais on peut faire naître cet éclat en limant la surface. A l'égard de la variété jaune dont l'identité avec la précédente me paraît bien démontrée (1), l'éclat de sa cassure se rapproche du métallique (2), et d'ailleurs sa différence avec l'autre n'étant qu'accidentelle, l'exception qui en résulterait ne dérogerait pas au caractère principal que présente la variété rouge.

J'ai supposé que la couleur proprement dite, vue par transparence dans le titane anatase, était le bleu; c'est en effet d'après cette couleur que les anciens minéralogistes ont appelé *schorl bleu* (3) la substance dont il s'agit.

---

(1) *Voyez* les *Mémoires du Muséum d'Histoire naturelle*, tome XVI, pag. 19 et suiv.

(2) JAMESON, *System of Mineralogy*, tome III, p. 534.

(3) DE L'ISLE, *Cristallogr.*, tome II, pag. 406.

Observations *sur la nature de l'acide contenu dans les tiges de la rhubarbe.* (Rheum rhaponticum.)

Par J.-L. Lassaigne.

M. Henderson publia en 1816 des expériences sur l'acide des tiges de la rhubarbe, qui tendent à le faire regarder comme un acide particulier (1) : personne n'ayant, à ma connaissance, cherché à vérifier les travaux de ce chimiste anglais, j'ai entrepris quelques essais pour remplir cette tâche.

J'ai pilé, dans un mortier de porcelaine, une certaine quantité de tiges et de côtes des feuilles du *rheum rhaponticum*; je les ai ensuite exprimées pour en obtenir le suc, qui a été filtré aussitôt.

Ce suc était transparent, d'une couleur légèrement rosée et d'une saveur acide.

L'eau de chaux et de baryte y a déterminé des précipités blancs assez abondans.

La dissolution de sulfate et de muriate de chaux, mêlée avec une portion de ce suc, a été troublée peu de temps après le mélange, et il s'est précipité une matière blanche pulvérulente composée de chaux et de l'acide végétal, comme cela arrive avec le suc d'oseille.

La dissolution de muriate et de sulfate de cuivre a été précipitée en une poudre blanche bleuâtre.

---

(1) *Voyez* un extrait de son Mémoire (*Annales de Chimie et de Physique*. III. 406).

L'on peut déjà conclure de ces premiers essais que l'acide renfermé dans les tiges de la rhubarbe a beaucoup d'affinité pour la chaux puisqu'il l'enlève aux acides sulfurique et muriatique.

M. Henderson, pour obtenir l'acide à l'état de liberté, sature d'abord le suc de la rhubarbe par le carbonate de chaux; le sel insoluble qui en résulte est décomposé par l'acide sulfurique en quantité suffisante, et par l'évaporation de la liqueur il obtient l'acide particulier, qui cristallise en petites aiguilles blanches comme de la neige.

En étudiant les combinaisons de cet acide avec les oxides et les métaux, M. Henderson s'aperçut qu'il jouissait d'une propriété très-remarquable, celle d'attaquer le mercure, de le dissoudre, et de former avec son oxide un sel cristallisable en aiguilles, propriété sans doute qui le ferait distinguer de tous les autres acides végétaux connus.

En suivant le procédé de M. Henderson, j'ai d'abord projeté, dans le suc de la rhubarbe échauffé à 55° environ, du carbonate de chaux, en agitant continuellement jusqu'à cessation de toute effervescence; à cette époque, j'y plongeai un papier de tournesol, et je vis avec surprise qu'il rougissait : j'ajoutai en vain du carbonate de chaux sans pouvoir le saturer entièrement, ce qui n'a pas été observé par M. Henderson. Cette remarque prouve évidemment que le suc de la rhubarbe contient deux acides, l'un qui n'est pas de nature à être saturé par le carbonate de chaux, l'autre qui décompose ce sel, et qui forme avec sa base un sel insoluble.

Je portai mon attention sur ce sel, qui devait renfermer l'acide particulier.

Je doutais beaucoup de la possibilité de l'obtenir en décomposant sa combinaison avec la chaux par l'acide sulfurique; car, comme je l'ai observé plus haut, cet acide a plus d'affinité avec la chaux qu'avec l'acide sulfurique.

En effet, c'est ce que l'expérience a confirmé; car, après en avoir traité une portion par l'acide sulfurique dont j'aidais l'action par la chaleur, je recueillis le précipité blanc, qui, s'il y avait eu décomposition, aurait dû être du sulfate de chaux; mais, en l'examinant, je reconnus bientôt que c'était le sel végétal; car, par la calcination, je l'ai converti en totalité en carbonate de chaux, et, par une plus forte chaleur, en chaux caustique. J'ai retrouvé dans la liqueur tout l'acide sulfurique employé mêlé avec un peu de sulfate de chaux.

Pour obtenir enfin cet acide, j'ai eu recours à un procédé dont l'exactitude a été confirmée par les plus célèbres chimistes.

J'ai pris le sel calcaire, je l'ai mis dans une fiole avec deux fois son poids de carbonate de potasse pur, et trente fois son poids d'eau distillé; j'ai fait bouillir le tout pendant trois quarts d'heure; au bout de ce temps, j'ai filtré pour recueillir le carbonate de chaux provenant de cette double décomposition.

J'ai saturé exactement la liqueur filtrée par l'acide nitrique pur, et j'ai ensuite fait bouillir pour en chasser la petite quantité de l'acide carbonique qui pouvait rester dissous.

Cette liqueur a été mêlée avec une solution d'acétate

de plomb, qui y a formé un précipité blanc floconneux, lequel, recueilli et lavé à l'eau bouillante, a été délayé dans l'eau et soumis à l'action d'un courant de gaz hydrogène sulfuré. Après avoir séparé le sulfure de plomb par la filtration, la liqueur était sans couleur, d'une saveur très-acide; évaporée et placée dans un endroit frais, il s'y est formé, au bout d'une demi-heure, de longs prismes transparens, d'une saveur très-acide. L'eau-mère a donné, par une nouvelle concentration, des cristaux de la même forme.

Propriétés de cet acide.

1°. Il est inaltérable à l'air.

2°. Il est soluble environ dans deux fois et demie son poids d'eau froide.

3°. Sa dissolution est précipitée par l'eau de chaux en une matière blanche pulvérulente, comme la dissolution d'acide oxalique.

4°. Le sulfate et le muriate de chaux sont précipités par cet acide en une poudre blanche très-fine, comme avec l'acide oxalique.

5°. Le sulfate et le muriate de cuivre donnent, par leur mélange avec cet acide, un précipité blanc bleuâtre pulvérulent, effet que produit l'acide oxalique avec ces mêmes dissolutions.

6°. Le nitrate d'argent est précipité en poudre blanche.

7°. Le nitrate de mercure au *minimum* est précipité en flocons blancs gélatineux. L'acide oxalique se comporte de même avec ces deux sels.

8°. Cet acide, chauffé dans un petit tube de verre fermé par un bout, s'est volatilisé presqu'en totalité à la

partie supérieure du tube, sous forme de belles aiguilles. Le même phénomène a lieu avec l'acide oxalique.

10°. Enfin, cet acide forme avec les alcalis et les oxides métalliques des sels qui ne diffèrent en rien, par leurs propriétés physiques et chimiques, de ceux formés par l'acide oxalique.

11°. Une certaine quantité de mercure retiré du cinnabre a été chauffée avec une dissolution concentrée de cet acide; mais je n'ai pu dissoudre aucun atome de mercure, quoique l'ébullition ait été continuée pendant long-temps.

Il paraît, d'après ces expériences, que l'acide obtenu par M. Henderson n'était pas pur; qu'il ne doit pas être regardé comme un acide particulier, comme ce chimiste l'a annoncé; mais qu'il jouit de toutes les propriétés de l'acide oxalique.

SUR *les Combinaisons du chlore avec l'oxigène*.

Par le Comte FRÉDÉRIC STADION (1).

Ann. de Gilbert. LII. 197. (*Extrait.*)

ON sait avec quelle rapidité l'acide sulfurique décompose le chlorate de potasse. Lorsqu'on opère sur de petites quantités avec la précaution de fondre et de laisser refroidir le sel dans la cornue, avant d'ajouter l'acide,

---

(1) M. le comte Stadion m'avait fait l'honneur de m'écrire pour m'annoncer qu'il avait obtenu un gaz nouveau et un

l'action est peu violente, et il se dégage, à une température convenable, un gaz que l'on peut recueillir sur le mercure, et que nous désignerons par le nom de *deutoxide de chlore*. Le résidu contient du sulfate de potasse et un sel inconnu peu soluble, formé par un acide nouveau.

J'avais d'abord cru que le gaz retiré du chlorate avec l'acide sulfurique était le même que celui que Davy avait obtenu en employant l'acide hydrochlorique, et auquel

---

acide plus oxigéné que l'acide chlorique, en décomposant le chlorate de potasse par l'acide sulfurique. Comme son analyse du gaz nouveau, qui est un deutoxide de chlore, n'était pas d'accord avec celle que j'avais faite de la même substance, je m'étais proposé de répéter les expériences de M. le comte Stadion avant de les faire connaître dans ce journal. Mais je viens de recevoir une lettre de sir Humphry Davy dans laquelle il me marque qu'il a constaté l'existence du nouvel acide, et je m'empresse de mettre un terme à un silence qui désormais serait blâmable, et de rendre à M. le comte Stadion toute la justice due à une belle découverte à laquelle il a été conduit non par le hasard, mais par une rare sagacité. On ne peut lui contester d'avoir découvert le premier l'acide chlorique oxigéné; mais il n'est pas également certain que la découverte du gaz obtenu en décomposant le chlorate de potasse par l'acide sulfurique lui appartienne. Le Mémoire de sir Humphry Davy, sur le même objet, a été lu à la Société royale le 4 mai 1815, et celui de M. le comte Stadion, qui n'a pas de date certaine, n'a paru que long-temps après. Il est au moins très-vraisemblable que cette découverte a été faite, de part et d'autre, à-peu-près dans le même temps.

G.-L.

il a donné le nom d'*euchlorine*. Il s'en rapproche en effet par les caractères extérieurs; mais il en est totalement différent par la proportion de ses principes.

Ce gaz, préparé comme je viens de le dire, est toujours souillé de chlore et d'oxigène : on reconnaît le chlore à l'altération qu'éprouve le mercure sur lequel on le reçoit, et on obtient l'oxigène en le faisant absorber par l'eau. Dans le commencement de l'opération, on obtient de 5 à 10 centièmes d'oxigène, et, vers la fin, 20 et au-dessus.

Le deutoxide de chlore a une couleur jaune plus intense que celle du protoxide. Son odeur est très-différente de celle du chlore, et elle n'excite pas la toux au même degré. Il n'agit point sur les papiers colorés s'ils ne sont point humides. Il se décompose à la lumière solaire, par une douce chaleur ou par l'étincelle électrique : dans ces derniers cas, la décomposition est instantanée et accompagnée d'explosion. En le faisant détonner seul, j'ai trouvé qu'il contient un volume d'oxigène égal au sien, et seulement un tiers de son volume de chlore (1).

---

(1) Ce résultat n'est point exact. Davy avait obtenu, pour deux volumes de gaz, deux volumes d'oxigène, et 0,7 à 0,9 de chlore. (*Ann. de Ch. et de Ph.* I. 79.) De mon côté, par un procédé qui ne laisse rien à desirer, j'ai trouvé que le deutoxide de chlore est exactement composé d'un volume d'oxigène et d'un demi-volume de chlore, condensés en un seul volume; et que par conséquent sa densité doit être de 2,3144, celle de l'air étant prise pour unité. Voici comment j'en ai fait l'analyse :

Après avoir reconnu, avec Davy et le comte Stadion,

L'eau peut absorber plus de sept fois son volume de deutoxide de chlore. Cette dissolution, d'un jaune très-foncé et d'une saveur piquante sans être ni acide ni alcaline, décolore promptement la teinture de tournesol.

---

qu'il contient exactement son volume d'oxigène en le faisant détonner sur le mercure, je l'ai décomposé par la chaleur à mesure qu'il s'est dégagé, et j'ai trouvé le rapport du chlore à l'oxigène en lavant le mélange de ces deux gaz avec une dissolution de potasse. Pour opérer avec exactitude et sans danger, je fais une pâte avec du chlorate de potasse et de l'acide sulfurique étendu d'une demi-partie d'eau, et j'en remplis un tube de verre d'environ 2 centimètres de diamètre et de 10 de hauteur. A ce tube en est adapté un autre qui est horizontal quand le premier est vertical, et dont le diamètre intérieur est de 1 à 2 millimètres au plus. Après une longueur d'environ 5 décimètres, dont une partie est destinée à être chauffée jusqu'au rouge, le tube capillaire porte, de distance en distance, des renflemens ou boules, imitant une série de petits flacons. La pâte de chlorate et d'acide sulfurique ne doit pas être comprimée dans le tube, et cependant il faut qu'elle laisse le moins de vide possible jusqu'au bouchon qui réunit les deux tubes, et qu'elle doit presque toucher. Pour faire maintenant l'expérience, on commence par chauffer au rouge le tube capillaire, et l'on élève graduellement la température de la pâte au moyen d'un bain-marie. A mesure que le deutoxide de chlore se dégage, il se décompose dans le tube capillaire, et fait entendre de petites détonnations qui se succèdent rapidement et ressemblent à des pulsations. Lorsque les boules laissées sur le prolongement du tube capillaire sont pleines du mélange de chlore et d'oxigène, on les détache successivement en

Elle se conserve à l'obscurité; mais à la lumière, elle se change en chlore et en acide chlorique.

Quoique contenant une grande quantité d'oxigène, le deutoxide de chlore n'a point les propriétés acides, et ne se combine que faiblement avec les bases. Elles l'absorbent à la manière de l'eau, en faisant toutefois disparaître sa couleur et son odeur, et elles forment

---

coupant le tube avec une lime, et on les vide dans un tube gradué contenant une dissolution de potasse : ce qui n'est point absorbé est de l'oxigène. Pour déterminer le volume du chlore, il suffit de connaître la capacité de la boule en parties du tube, et cela est fort aisé. J'ai trouvé, par ce procédé, que 100 mesures du mélange gazeux contenaient 67,1 d'oxigène et 32,9 de chlore. Le deutoxide de chlore, obtenu dans une expérience absolument semblable, laissait, après avoir été lavé avec une faible dissolution de potasse, un résidu de 4 à 5 centièmes d'oxigène; mais comme cet oxigène provient évidemment de la décomposition d'une portion de deutoxide de chlore, et qu'il devait nécessairement être mêlé avec le chlore qui était combiné avec lui, le rapport de 67,1 à 32,9, sensiblement égal à celui de 2 à 1, n'a besoin d'aucune correction.

En décomposant par le même procédé le gaz résultant de l'action de l'acide hydrochlorique sur le chlorate de potasse, j'ai obtenu, vers la fin de l'opération, des mélanges de chlore et d'oxigène composés, sur 100 parties, de 32,5, 33,3, 33,9 d'oxigène. Il me paraît, d'après cela, hors de doute, que le gaz dont il est ici question est une véritable combinaison de chlore et d'oxigène, et non un mélange de chlore et de deutoxide de chlore, comme M. Davy l'avait conjecturé.

ensuite des chlorates et des chlorures, comme avec le chlore. Le gaz ammoniaque le décompose instantanément. Dans l'obscurité, il agit lentement sur le mercure; mais il détonne vivement aussitôt qu'on le met avec le soufre et le phosphore.

Du Sel qui reste lorsqu'on traite le chlorate de potasse par l'acide sulfurique.

Ayant desséché et réduit en poudre fine une certaine quantité de chlorate de potasse, je le verse par petites parties sur un poids double d'acide sulfurique concentré. Je laisse ensuite le mélange agir pendant vingt-quatre heures, en le remuant fréquemment, et j'achève sa décomposition en le tenant sur un bain-marie jusqu'à ce qu'il ait entièrement perdu sa couleur et son odeur. J'ajoute alors de l'eau pour délayer l'acide sulfurique libre, et je jette toute la masse sur un filtre, où elle est lavée avec de petites portions d'eau froide jusqu'à ce qu'elle ait perdu sa saveur acide. Il reste sur le filtre un sel dont le poids est égal à 0,28 de celui du chlorate employé.

Ce sel est parfaitement neutre, inaltérable à l'air, et a une saveur faible, semblable à celle du muriate de potasse. Il se dissout aisément dans l'eau bouillante, mais assez difficilement dans l'eau froide. La forme de ses cristaux paraît dériver de celle de l'octaèdre : à la loupe, elle ressemble à celle du plomb sulfaté, que M. Haüy désigne par le nom de *plomb sulfaté semi-prismé.*

Broyé dans un mortier avec du soufre, il détonne, mais faiblement : exposé à une température d'environ 200° c.,

il se fond, laisse dégager de l'oxigène et se change en chlorure de potassium. 100 parties donnent :

Potassium. .	28,49	54,08 ;
Chlore. . .	25,59	
Oxigène		45,92.
		100,00.

28,49 de potassium exigent 5,819 d'oxigène pour se changer en potasse, et si on retranche ce nombre de 45,92, il restera 40,1, qui, avec les 25,59 de chlore, doivent former le nouvel acide. Or, en prenant 44 pour l'unité du chlore, et en réduisant l'oxigène proportionnellement, on a :

Chlore, 44 ;
Oxigène, 68,9 = sensiblement 10×7 ;

c'est-à-dire, que le nouvel acide contient deux proportions d'oxigène de plus que l'acide chlorique (1).

(1) Cette proportion est d'accord avec celle que M. le comte Stadion avait trouvée pour le deutoxide de chlore ; mais on ne peut la concilier avec l'analyse que j'ai donnée du même gaz, et, à plus forte raison, avec celle de M. Davy. En admettant que le deutoxide de chlore soit formé d'une proportion de chlore et de 4 d'oxigène, l'acide du comte Stadion doit contenir seulement 6 proportions d'oxigène ; et si l'on conçoit que le chlorate de potasse sur lequel on verse de l'acide sulfurique soit divisé en deux parties, l'acide de l'une d'elles se changera en une proportion de deutoxide de chlore, et en une proportion d'oxigène qui se portera sur l'autre partie du chlorate.

On peut encore obtenir immédiatement le nouveau sel en soumettant à l'action de la pile une dissolution saturée de chlorate de potasse dans un siphon de verre, entre deux fils de platine. L'oxigène, au lieu de se dégager au pole vitré, se combine avec le chlorate de potasse, et forme le nouveau sel qui se précipite. On réussit très-bien avec une pile de 20 paires.

Le nouveau sel, auquel je donnerai le nom de *chlorate oxigéné de potasse*, mêlé avec son poids d'acide sulfurique étendu d'un tiers d'eau, se décompose au moyen de la chaleur. A la température d'environ 140°, il ne passe d'abord que de l'eau; mais ensuite il se montre des vapeurs blanches qui se condensent dans le récipient en un liquide acide. Lorsqu'il ne s'est plus rien dégagé, j'ai augmenté le feu : les vapeurs blanches ont paru de nouveau, et comme elles étaient accompagnées de chlore, j'ai suspendu l'opération.

Le liquide acide du récipient, que j'appellerai *acide chlorique oxigéné*, contenant un peu d'acide sulfurique et d'acide hydrochlorique, j'ai séparé le premier avec l'eau de baryte, et le second avec l'oxide d'argent. On peut aussi obtenir cet acide en exposant à l'action de la pile, entre deux fils de platine, une solution aqueuse de deutoxide de chlore.

L'acide chlorique oxigéné ne paraît pouvoir exister qu'en combinaison avec l'eau ou avec une base. Il est incolore, n'a point d'odeur remarquable, rougit la teinture de tournesol et ne détruit point les couleurs. La lumière ne le décompose point. On peut le concentrer à une douce chaleur : il se volatilise à une température d'environ 140°. Avec la potasse, il forme un sel peu

soluble à froid. Il n'est décomposé ni par l'acide hydrochlorique, ni par les acides sulfureux et hydrosulfurique, et se distingue par là de l'acide chlorique. Il ne précipite point le nitrate d'argent.

Les sels qu'il forme avec les bases sont très-remarquables. Ils se décomposent, à une température d'environ 200°, en oxigène et en chlorures; ils ne détonnent que faiblement avec les corps combustibles, et ne sont point décomposés par les acides les plus puissans, à la température de l'eau bouillante.

EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 27 *juillet* 1818.

M. DE BARENTE transmet à l'Académie des tables dressées par M. Lavigne, relativement à la force des liqueurs spiritueuses, sur lesquelles il sera fait un rapport.

On renvoie aussi à l'examen d'une commission de nouvelles lampes inventées par MM. Brunet et Gagneau.

M. Cauchy fait un rapport sur un *Mémoire de Géométrie* présenté par M. Le Breton. Les conclusions sont que le Mémoire ne mérite aucune considération.

La commission chargée d'examiner un Mémoire que M. Lacoste, médecin, avait adressé à l'Académie, lit son rapport. Il est terminé par les considérations suivantes : Le Mémoire intitulé : *Essai sur les Moyens de diminuer la violence des orages et de prévenir la formation de la*

grêle, ne contient aucunes recherches nouvelles fondées sur des observations précises ; les vues de l'auteur, dans l'état actuel de son travail, ne sont point appuyées de preuves suffisantes pour déterminer l'approbation de l'Académie.

M. Thenard lit des *Observations sur des Combinaisons nouvelles entre l'oxigène et divers acides.* (*Voyez* le précédent Cahier.)

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un nouveau *Mémoire sur les Organes de la voix.*

La commission, nommée au scrutin, pour adjuger le prix sur la diffraction, se compose de MM. Laplace, Biot, Arago, Gay-Lussac et Poisson.

Séance du lundi 3 août.

M. Moreau de Jonnès communique une lettre des Antilles qui donne des détails sur huit tremblemens de terre arrivés récemment dans ces îles.

« On écrit des Antilles que, dans plusieurs des îles de cet archipel, il y a eu huit tremblemens de terre depuis le mois de décembre jusqu'à celui de mai.

» On a remarqué que l'un de ces phénomènes a eu lieu chaque mois, et que sept de ces tremblemens de terre se sont fait sentir le soir, entre neuf et onze heures. C'est seulement au mois d'avril qu'il y en a eu deux; alors l'une des secousses a été éprouvée pendant que le soleil était sur l'horizon.

» Le dernier tremblement de terre qui a eu lieu à la Martinique a pour époque le 21 mai, à neuf heures et demie du soir.

» Ces événemens physiques n'ont été accompagnés d'aucune espèce d'accidens, et les oscillations du sol ont été lentes et sans secousses, comme elles le sont toujours; mais la périodicité qu'elles ont affectée est digne de remarque, et peut-être son observation pourra-t-elle se lier avec celle de phénomènes correspondans advenus dans les contrées continentales de l'Amérique. »

M. Thenard, au nom d'une commission, lit un rapport sur le *Mémoire* de MM. Chevillot et Edwards *relativement au Caméléon minéral.*

Ce Mémoire étant imprimé dans ce Cahier, nous nous contenterons de dire que les commissaires l'ont jugé digne d'être inséré dans le *Recueil des Savans étrangers.*

Nous ne donnerons pas ici la description du lit mécanique présenté par M. Rouget, puisque, d'après l'avis de la commission chargée de l'examiner, ce lit n'offre rien de nouveau, ni aucun avantage qui lui soit particulier.

M. Laplace lit un *Mémoire sur la Figure de la Terre.* (*Voyez* le Cahier précédent.)

M. Traullé présente des *Observations sur une Fontaine jaillissante d'Abbeville.* (Elles sont renvoyées à une commission.)

Séance du lundi 10 *août.*

On lit une *Note* de MM. Pelletier et Caventou *sur le nouvel Alcali* qu'ils nomment *la Vauqueline.* (*Voyez* le Cahier précédent.)

M. Thenard lit une addition à son *Mémoire* intitulé: *Nouvelles Observations sur les combinaisons des acides*

avec l'oxigène. Cette addition a déjà paru dans le Cahier de juillet.

MM. Hallé, Pinel, Berthollet, Percy et Cuvier sont nommés au scrutin pour rédiger le programme du prix de physiologie.

M. Laugier lit un *Mémoire sur de nouveaux moyens d'extraction du nickel et du cobalt.* Nous l'imprimerons prochainement.

On commence la lecture d'un *Mémoire* de M. Kramp, de Strasbourg, *sur l'Application de l'analyse à la circulation du sang.*

Séance du lundi 17 août.

M. Salvage adresse un *Mémoire sur les moyens de reconnaître le nombre des racines positives, des racines négatives et des racines imaginaires d'une équation quelconque.*

Une commission examinera ce travail.

M. Brunet demande qu'il soit pris une nouvelle connaissance de son projet pour monter l'eau à une grande hauteur.

M. Thenard communique les observations qu'il vient de faire sur deux nouveaux oxides alcalins. (*Voyez* le Cahier précédent.)

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un *Mémoire sur les Os de l'épaule, considérés sous le rapport de leur détermination et de leurs usages dans la respiration.*

M. Moreau Jonnès lit un *Essai sur l'Histoire naturelle de sauriens des Indes occidentales.*

Séance du lundi 24 août.

L'Académie a entendu la lecture de deux Mémoires. Le premier, de M. Vauquelin, renferme des recherches nouvelles sur le cyanogène et l'acide hydrocyanique. (Nous le publierons bientôt.) Le second, de M. Geoffroy-Saint-Hilaire est relatif à la clavicule furculaire.

On a nommé une commission pour examiner plusieurs machines nouvelles de M. Rivey.

VOYAGE *à l'embouchure de la mer Noire, ou Essai sur le Bosphore et la partie du Delta de Thrace, comprenant le système des eaux qui abreuvent Constantinople; précédé de considérations générales sur la géographie physique; avec un Atlas composé d'une carte nouvelle du Bosphore et du canal de la mer Noire, et de plusieurs autres nouveaux dessins.*

Par M. le Comte ANDRÉOSSY,

Lieutenant-général d'artillerie, ancien Ambassadeur de France, à Londres, à Vienne et à Constantinople; membre de l'Institut d'Egypte, etc.

Un volume in-8°. Chez *Plancher*, rue Poupée, n° 7. Paris, 1818.

(Extrait.)

L'OUVRAGE dont nous venons de transcrire le titre est également remarquable par l'importance et la nouveauté

de son objet, et par l'élégance du style. Les contrées qui y sont décrites n'étaient guère connues, jusqu'ici, que par les récits mensongers des écrivains et des poètes de l'antiquité. L'auteur les a parcourues, pas à pas, en physicien, en géologue et en hydraulicien consommé. On devine combien d'obstacles de tout genre la superstition et les préjugés des Turcs ont dû lui susciter; ajoutons que la plus grande partie du travail que M. le comte Andréossy vient de livrer au public a été faite en 1813, pendant l'horrible peste qui a enlevé à Constantinople et dans les villages du Bosphore seulement, près de cent soixante-dix mille ames.

Nous regrettons vivement que l'objet spécial de ce journal nous prive du plaisir que nous aurions eu à faire connaître le beau discours préliminaire de l'ouvrage. Les considérations générales sur la géographie physique qui composent l'introduction seraient plus directement de notre ressort; mais cette matière est trop délicate pour être traitée convenablement dans une simple annonce. Nous nous réservons donc d'examiner en détail, dans un article particulier, les principes généraux que M. le général Andréossy a découverts par ses propres recherches, ou qu'il a puisés dans les récits des voyageurs, et de les rapprocher des méthodes actuellement en usage pour figurer sur les cartes le relief du terrain.

Le *Livre premier* est consacré au *Bosphore de Thrace.*

« Le Bosphore de Thrace, appelé aujourd'hui *canal*
» de Constantinople, sépare l'Europe de l'Asie, et joint
» la Mer-Noire, autrefois le Pont-Euxin, à la mer de
» Marmara, ou la Propontide. La mer de Marmara com-

» munique elle-même avec l'Archipel ou mer Blanche,
» par le détroit des Dardanelles.

» . . . . Les anciens philosophes, et leurs imitateurs » chez les modernes, se sont persuadés que le Pont-» Euxin était, *même depuis les temps historiques*, un » grand lac fermé de toutes parts. Ils ont cru devoir » attribuer l'ouverture du Bosphore à l'irruption de ce » lac dans l'Archipel; irruption qui aurait amené l'inon-» dation de l'Attique, connue sous le nom du *déluge* » *d'Ogygès*. Les volcans, les tremblemens de terre ont » été regardés comme les instrumens de cette grande » catastrophe. » Tel est le système qu'ont maintenu Straton, Diodore de Sicile, Strabon, etc., chez les anciens; Spon, Tournefort, Pallas, Choiseul-Gouffier, etc., parmi les modernes. M. le général Andréossy le réfute dans tous ses détails. Il montre, d'abord, que les témoignages historiques sur lesquels on s'est appuyé renferment des circonstances tout-à-fait improbables. Partant ensuite des résultats de ses propres mesures barométriques, il prouve que le barrage entre les côtes d'Europe et d'Asie, et par conséquent que l'élévation des eaux du Pont-Euxin sur celles du Bosphore ne surpassait point 71 mètres, et que l'Attique, distante d'environ 600000 mètres du lieu de l'irruption et garantie par l'île d'Eubée, n'aurait pas été inondée au point de forcer toute la population et le roi Ogygès lui-même, à fuir sur les montagnes de la Béotie.

A ces premières considérations, l'auteur en ajoute de plus directes encore, et qui tendent au même but. Il résulte des principes généraux de géographie physique exposés dans l'introduction, et de l'examen attentif du

Bosphore, qu'il n'a jamais pu exister de rattachement entre les deux rives ; car leurs topographies ne présentent aucune concordance. Ainsi, tout porte à admettre que la communication du Pont-Euxin et de la Méditerranée est aussi ancienne que la formation de ces deux mers.

Les hauteurs des montagnes qui longent le canal de Constantinople ont été déterminées, à l'aide du baromètre, pendant l'été de 1813. Toutes les déterminations sont réunies dans un tableau ; on y voit que le point le plus élevé n'est qu'à 250 mètres au-dessus du niveau de la mer. M. le comte Andréossy a fait aussi un travail important sur la lithologie du Bosphore. Les échantillons minéralogiques qu'il avait recueillis ont été déposés au Cabinet royal des Mines, sous le n° 1100 du catalogue, et ne formeront pas un des moindres ornemens de cette riche collection. « Toutes les roches dures, » une seule exceptée (la calcaire saccaroïde, près la petite grotte de Kabakos), examinées au microscope, » présentent les caractères les plus prononcés des matières volcaniques incontestables : tel est, par exemple, celui de renfermer constamment du fer titané » microscopique. »

Le défaut d'espace ne nous permettant pas de donner ici une analyse détaillée de tous les chapitres dont se compose le premier livre de l'ouvrage du général Andréossy, nous allons du moins en tirer quelques résultats qui, par leur exactitude, leur nouveauté ou leur importance, nous paraissent devoir plus particulièrement intéresser les lecteurs.

Les remarques que Marsigli a publiées sur les courans

du Bosphore sont pour la plupart dépourvues d'exactitude. Voici quelques extraits du chapitre où M. Andréossy a traité cette matière *ex professo.*

Il existe dans le Bosphore, même dans un calme parfait, un courant qui vient de la mer Noire et se dirige vers la mer de Marmara ; mais ce courant est alors peu rapide. M. Andréossy rapporte qu'il a vu quelquefois, par un temps calme, des enfans de dix à douze ans, assis sur une planche, traverser le Bosphore en face de Therapia, et se rendre ainsi d'Europe en Asie, sans employer d'autre secours que celui de leurs mains, dont ils se servaient en guise de rames.

Lorsque le vent du nord se manifeste, comme il est à-peu-près dans la direction de l'embouchure du canal, ce courant devient plus rapide ; mais il s'établit alors un contre-courant sur la rive opposée.

Lorsque le vent du sud souffle, les mêmes choses ont lieu, mais dans un sens différent.

Les marées ne sont point sensibles dans le canal de Constantinople.

L'enceinte de Constantinople a la figure d'un triangle. Du côté de terre, cette enceinte est composée de trois murailles parallèles, éloignées de 18 à 20 pieds les unes des autres, et précédées d'un fossé. On évalue le périmètre ou pourtour de Constantinople à 9500 toises ; le développement des murs du sérail est d'environ 2000 toises.

Le golfe dirigé de l'est à l'ouest, qui forme le port de Constantinople, a environ 4000 toises d'étendue ; à la pointe du sérail, la largeur n'en comprend que 500.

Les plus gros vaisseaux peuvent mouiller des deux côtés près des rives, et sont abrités de tous les vents.

Le Bosphore s'étend depuis la pointe du sérail jusqu'aux Fanaraki d'Europe et d'Asie. Cette distance est d'environ 15300 toises. Sa largeur est de 900 toises entre la pointe du sérail et Scutari; de 400 entre les deux *hiçar* ou châteaux les plus rapprochés de Constantinople; de 360 entre les deux kavak, et de 1900 entre les Fanaraki, à l'embouchure de la Mer-Noire.

Les vents du nord et du sud sont presque les seuls qui soufflent dans le Bosphore. Ceux du nord y règnent pendant plus des deux tiers de l'année, et contribuent à tempérer les chaleurs de l'été.

Le *Livre second* de l'ouvrage porte ce titre : *De la Partie du Delta de Thrace limitée par l'extrémité du Balkan, le Bosphore et la Propontide, comprenant le système des eaux qui abreuvent Constantinople.*

Ce livre est entièrement neuf. Les immenses recherches que M. le comte Andréossy a faites sur les conduites d'eau de Constantinople et de ses environs nous paraissent devoir également intéresser et l'historien des sciences et l'ingénieur. Le premier en conclura que ceux à qui l'on doit ces grandes constructions avaient déjà des connaissances hydrauliques assez étendues; et l'ingénieur trouvera peut-être que les *soutèrazi*, dont M. Andréossy fait connaître les propriétés, pourront quelquefois être substitués avec avantage aux aqueducs.

« Les soutèrazi sont des massifs de maçonnerie ayant » ordinairement la forme d'une pyramide tronquée ou » d'un obélisque égyptien. Pour former une conduite à » *soutèrazi*, on a soin de choisir des sources dont le

» niveau soit supérieur de plusieurs pieds au réservoir » de distribution que l'on veut établir. On amène les » eaux de ces sources dans des canaux souterrains légè- » rement inclinés, jusqu'à ce qu'on arrive au bord d'une » vallée, d'un bas-fond ou d'un pli du terrain. On y » élève, de ce côté et du côté opposé, un soutèrazi, au- » quel on adapte des tuyaux en plomb verticaux, de » diamètres déterminés, placés parallèlement à deux » faces opposées. Ces tuyaux cessent d'être joints dans » la partie supérieure; ce qui forme ainsi un bassin. » L'un permet à l'eau de monter au niveau d'où elle » était descendue; par l'autre, l'eau descend de ce » niveau jusqu'au pied du soutèrazi, où elle trouve un » autre canal souterrain qui la conduit à un second, à » un troisième soutèrazi, où elle s'élève et descend jus- » qu'à la dernière station. Là, un réservoir la reçoit et » la distribue dans diverses directions, par des orifices » dont le débit est connu.

» Pour peu qu'on y fasse attention, on verra que ce » système de tuyaux de conduite n'est autre chose qu'une » suite de siphons, ouverts à leur partie supérieure et » qui se communiquent. Le prix d'une conduite à » soutèrazi est estimé le cinquième de celui d'un » aqueduc sur arcades. » La distance ordinaire entre deux soutèrazi qui se correspondent est d'environ 90 toises.

On lira avec intérêt, dans l'ouvrage de M. Andréossy, la description des moyens simples par lesquels les fournitures d'eau sont réglées, et l'énumération des principes de pratique que les Turcs observent constamment dans la construction des soutèrazi, quoiqu'ils ignorent

d'où ces principes dérivent et comment ils ont pu être fixés.

Les principales sources qui fournissent l'eau à Constantinople et à ses faubourgs, se trouvent à l'extrémité du Balkan (mont Hémus), à la distance de 24000 mètres, et à 245 mètres d'élévation.

Il résulte de l'examen détaillé auquel M. Andréossy s'est livré sur les conduites qui aboutissent à Constantinople, dans diverses directions, que la quantité d'eau nécessaire, en vingt-quatre heures, à la population de cette grande ville s'élève à 23904000 livres; « ce qui, » d'après la consommation de 20 pintes, ou de 40 livres » d'eau, que l'on calcule pour un homme, dans un jour, » en y comprenant tout ce que demandent les besoins » publics, porterait à 597600 ou à près de 600000 âmes » la population de Constantinople. Il n'est point question, dans cette évaluation, de la ville de Scutari » et des villages de la rive gauche du Bosphore, ni de » ceux de la rive droite depuis Ièni-Keuï jusqu'à la Mer- » Noire. »

Ce résultat est confirmé par la consommation en blé, qui donne un peu plus de 630000 âmes pour la population de Constantinople, de ses faubourgs et des villages placés sur les deux rives du Bosphore, depuis la Propontide jusqu'à l'embouchure de la Mer-Noire. En examinant l'étendue qu'occupent la capitale de l'empire ottoman, ses faubourgs et les villages circonvoisins, on serait porté à croire que le résultat ci-dessus est trop faible; mais, comme le fait remarquer M. le comte Andréossy, on s'aperçoit bientôt qu'une telle objection n'a pas un grand poids, si l'on songe que les places, les mosquées,

les bains d'hommes et de femmes, les citernes à ciel ouvert, les marchés publics, les établissemens militaires et de la marine font perdre une très-grande quantité de terrain. « Le sérail, qui est dans l'emplacement de l'an-
» cienne Byzance et qui a l'étendue en surface de la
» ville de Vienne dans ses remparts, ne renferme tout au
» plus que 10,000 personnes, tandis que la population
» de Vienne, dans la même étendue, est peut-être dé-
» cuple. » Ajoutons qu'à raison de la sévérité du harem, plusieurs ménages n'occupent pas la même maison; que les logemens du mari et de la femme, chez les personnes aisées, sont ordinairement distincts, quoique réunis par une galerie couverte, de manière que chacun a son entrée, sa cour et son service particulier, et qu'on ne saurait étendre aux villes de l'Orient ce qu'on observe dans celles de l'Occident, puisque, dans les premières, les logemens sont en surface, tandis que, dans les autres, ils sont en hauteur.

Les conduites d'eau qui alimentent Constantinople sont confiées au corps des *Sou-ïoldji* (fontainiers), composé aujourd'hui de cent Turcs et d'environ cent Grecs albanais, choisis exclusivement dans quelques familles de Drinopolis, en Epire. Ces fontainiers ne connaissent pas le niveau d'eau. Ils exécutent leurs opérations de nivellement à l'aide d'un instrument particulier appelé *tèrazi*, et dont les lecteurs ne seront pas fâchés de trouver ici la description.

« Le tèrazi n'est autre chose que le niveau de maçon
» renversé, c'est-à-dire, ayant son sommet en bas, et
» en haut sa base, à laquelle sont fixés symétriquement
» deux crochets, qui servent pour le suspendre à un cor-

» deau que l'on tend avec soin. La pratique de cet ins-
» trument consiste à faire correspondre *au milieu* du cor-
» deau, le milieu de la base du tèrazi, à laquelle est at-
» taché un fil à plomb; et l'une des extrémités du cor-
» deau étant fixe, faire baisser ou lever l'autre extrémité,
» jusqu'à ce que le fil à plomb, sa directrice, et le milieu
» du cordeau, soient dans le même plan vertical perpen-
» diculaire à celui du cordeau. Dans cette situation, les
» points de suspension sont de niveau; et il n'y a plus
» qu'à mesurer les différences en hauteur qu'ils indiquent.
» Quant à ces différences, au lieu de les écrire, les fon-
» tainiers grecs les portent successivement sur une pe-
» tite ficelle qu'ils roulent autour des quatre derniers
» doigts de la main gauche, serrant fortement avec le
» pouce et l'index l'endroit de cette ficelle qui marque la
» dernière différence de niveau; on développe ensuite
» la ficelle, on mesure, et l'on a la différence de niveau
» totale. »

Le VIIIe et dernier chapitre de l'ouvrage du général Andréossy nous fait connaître les vastes citernes à ciel ouvert ou voûtées, qu'on remarque dans divers quartiers de Constantinople. Celle qui est située derrière la place de l'hyppodrôme a 190 pieds sur l'un des côtés et 166 sur l'autre. Sa voûte en briques est soutenue par 672 colonnes de marbre blanc, disposées sur trois étages. Cette citerne pouvait contenir plus d'un *million* de pieds cubes d'eau. Les citernes à ciel ouvert sont maintenant transformées en jardins potagers; les autres, en ateliers où l'on dévide de la soie pour le service des fabriques de la capitale. On ne pense pas que l'eau qui alimentait ces citernes fût celle de la pluie. L'une d'entr'elles qui existe

encore avec sa première destination reçoit des eaux courantes venant du dehors.

Le chapitre VIIIe n'est sûrement pas celui qui sera lu avec le moins de plaisir; car il renferme, page 250, un passage qui permet d'espérer la prompte publication d'un second ouvrage de M. le général Andréossy sur la Turquie. Le succès de ce nouveau travail est assuré, si on y trouve, comme on ne saurait en douter, la marche sévère, les connaissances variées, l'érudition choisie et l'élégance du style, qui distinguent à un si haut degré, le *Voyage à l'embouchure de la mer Noire* et l'*Histoire du canal du Midi.*

LETTRE *adressée à M. le Comte* BERTHOLLET, *Pair de France, membre de l'Institut, par les anciens Élèves de l'École Polytechnique employés à Douay* (1).

« MONSIEUR LE COMTE,

» Monge est mort!! l'Ecole Polytechnique a perdu son illustre fondateur.

» Lorsque vous regrettiez de ne pas voir avec vous

---

(1) Nous avons pensé que l'annonce d'une souscription destinée à élever un monument à la mémoire de M. Monge, ne pouvait être mieux placée que dans un journal à la création duquel ce savant illustre avait concouru, et qui a été plusieurs fois enrichi de ses Mémoires. (R.)

ses élèves pleurer sur sa tombe, vous les jugiez bien. Ils remercient votre éloquente amitié de les avoir associés à sa douleur. Ils la supplient de faire plus encore : daignez, Monsieur le Comte, soutenir de votre nom, diriger par vos conseils, le vœu qu'ils ont formé, d'élever un monument au créateur d'une école dont ils se font gloire d'être sortis. Il sera modeste comme celui dont il doit honorer la mémoire, durable comme le sentiment qui le demande.

» Tel serait l'emploi d'une souscription que d'anciens élèves de l'Ecole Polytechnique proposent d'ouvrir, et qu'ils sont sûrs de voir bientôt remplie par le reste de leurs camarades, dispersés aujourd'hui dans les services publics. Tous se souviendront que ce savant célèbre, non content de sacrifier son temps à l'instruction de ses élèves, abandonnait, chaque année, son traitement pour payer la pension de ceux qui se trouvaient sans fortune ; que, dans les hauts emplois dont il fut investi, il mit toujours au rang de ses plus glorieux titres celui de professeur et de créateur de l'Ecole.

» Il appartient à vous, M. le Comte, qui avez retracé si dignement les éminentes qualités de celui que nous pleurons, à vous, son collaborateur et son ami, de diriger l'exécution de ce projet, en donnant à notre vœu toute la publicité possible, et en désignant un point de réunion pour nos faibles offrandes.

» Que la famille de M. Monge nous pardonne d'oser nous associer à ses droits, et qu'elle nous permette d'offrir ce dernier tribut de reconnaissance à l'homme qui nous avait habitués à le regarder comme un père.

» Nous avons l'honneur d'être, avec le plus profond respect,

» Monsieur le Comte,

» Vos très-humbles et obéissans serviteurs,

» *Les anciens Elèves de l'Ecole Polytechnique,*
» *employés à Douay.* »

(Suivent quarante signatures).

Douay, la 9 août 1818.

Réponse de M. Berthollet.

« Messieurs,

» Je partage votre vénération pour l'ami que nous avons perdu, et je me félicite d'être votre mandataire pour le monument que votre reconaissance veut élever à sa mémoire. On peut adresser les souscriptions à M. Bertrand, notaire, rue Coquillière, n° 46, à Paris.

» J'ai l'honneur d'être, etc.

» Berthollet. »

Sur *le Sel ordinairement appelé* prussiate triple de potasse.

Par Thomas Thomson,
Professeur royal de chimie à l'Université de Glasgow.

Annals of Philosophy. XII. 102. (Extrait.)

Le sel qui a été l'objet de mes recherches provenait de la fabrique de mon ami Charles Macintosh, de Glas-

gow. Il était cristallisé en grandes tables carrées, portant sur leur pourtour des biseaux formés par deux plans inclinés l'un sur l'autre d'environ 135° : ces tables se divisent nettement, parallèlement à leurs grandes faces, et laissent apercevoir deux clivages dans le sens des faces des biseaux. Le sel est d'un beau jaune de topaze : il est transparent, et lorsqu'on le place entre l'œil et la lumière, il paraît vert. Sa pesanteur spécifique est de 1,833. Exposé à la chaleur, il perd de l'eau et devient blanc : quelque intense qu'elle soit, il ne perd point tout son acide, et conserve la propriété de produire du bleu avec les dissolutions de fer ; mais il devient alcalin.

A 12°,2, 100 parties d'eau dissolvent	27,8 de sel.
37,8	65,8 ;
65,6.	87,6 ;
93,3.	90,6.

Lorsqu'on mêle le sel, en poudre fine, avec l'acide sulfurique concentré, il devient immédiatement très-blanc, parce que l'acide lui enlève son eau de cristallisation. Bientôt il se produit une chaleur considérable, et le sel commence à se dissoudre. Si l'on applique la chaleur d'une lampe, il se dégage en abondance un fluide élastique qui est un mélange d'acide sulfureux et d'un gaz nouveau qu'on peut obtenir pur en le lavant avec de l'eau.

Ce gaz est incolore, a une odeur particulière qui n'est ni vive ni désagréable ; il laisse une impression brûlante dans la bouche, et brûle avec une flamme d'un bleu foncé. Sa densité, comparée à celle de l'air, est

de 0,993 : l'eau ne le dissout pas sensiblement. Son mélange avec l'oxigène détonne vivement par l'étincelle électrique. Trois volumes du gaz exigent, pour leur combustion complète, deux volumes d'oxigène. Le résidu, après la détonnation, est de trois volumes, entièrement formés d'acide carbonique.

Il résulte de là que le nouveau gaz inflammable peut être considéré comme composé de :

3 volumes d'oxide de carbone, } condensés en 3 volumes.
1 volume de gaz hydrogène, }

Un volume et demi de l'oxigène est employé à convertir l'oxide de carbone en acide carbonique, et le demi-volume restant d'oxigène se combine avec le volume d'hydrogène et forme de l'eau. Sa densité 0,995, calculée d'après celle de ses composans, coïncide presque exactement avec celle que l'on trouve par expérience.

Le gaz dont il est ici question doit être considéré comme une espèce particulière : d'après sa composition, on peut lui donner le nom d'*oxide de carbone hydrogéné* (1). Le résultat de l'analyse de ce gaz me surprit d'abord ; car je ne m'attendais point à obtenir un composé gazeux d'oxide de carbone et d'hydrogène ; mais lorsqu'on considère le grand nombre de substances végétales composées de carbone, d'hydrogène et d'oxigène, on ne peut hésiter à admettre que ces trois corps ne soient

(1) Nous rappellerons que M. Berthollet a déjà proposé le nom de *gaz hydrogène oxicarburé* pour des composés analogues. *Voyez* ses observations sur les hydrogènes carburés dans les *Mémoires de l'Institut*. (R.)

capables de s'unir entre eux dans un très-grand nombre de proportions. La grande variété de gaz inflammables obtenus dans l'analyse des substances végétales et du charbon ne s'explique qu'imparfaitement, en supposant qu'elle est due à des mélanges des deux gaz hydrogènes carbonés avec l'oxide de carbone.

L'action de l'acide nitrique sur le prussiate triple de potasse varie avec la force et la proportion de l'acide. En traitant le sel avec environ deux fois son poids d'acide nitrique, les premières portions de gaz qui se dégagent sont du cyanogène : les portions suivantes en contiennent encore; mais elles sont principalement composées d'azote, d'acide carbonique et de gaz nitreux. Dans une expérience, j'obtins sur le mercure, après le dégagement du cyanogène, un gaz inflammable, brûlant avec une flamme d'un blanc bleuâtre et avec peu de lumière : il paraît avoir des propriétés particulières; mais je ne l'ai pas suffisamment examiné pour déterminer sa composition.

Le prussiate triple de potasse est composé, comme on sait, d'eau, de potasse, et d'un acide formé par le fer uni aux élémens de l'acide hydrocyanique. J'ai essayé de déterminer les proportions de ces divers principes constituans.

La perte qu'éprouve le sel par la chaleur est très-variable; mais la plus grande quantité d'eau qu'il m'a été possible d'en séparer, sans le décomposer, était de 13 pour 100.

En traitant le prussiate triple par l'acide nitrique jusqu'à ce que son acide soit entièrement décomposé,

on obtient du nitre et de l'oxide de fer. 100 de sel ont fourni 88,5 de nitre, équivalent à 41,64 de potasse.

Il est extrêmement difficile de rassembler tout le fer que le sel contient, parce qu'il y en a une portion qui se volatilise lorsqu'on chauffe le mélange du prussiate avec l'acide nitrique. La moyenne de plusieurs expériences m'a donné 22,5 de peroxide de fer pour 100 de sel.

Pour déterminer les autres principes de l'acide compliqué de ce sel, j'ai eu recours à la méthode qui a été indiquée par Gay-Lussac, et qui a été depuis employée par Vauquelin, Berard, Prout. Elle paraît convenir parfaitement pour l'analyse des substances composées d'azote, de carbone et d'hydrogène. Cette méthode consiste à mêler la substance qu'on doit analyser avec environ vingt fois son poids de peroxide de cuivre bien sec, et à décomposer le mélange à une chaleur qu'on porte graduellement jusqu'au rouge. J'ai pris le prussiate triple dans son état naturel, et en déduisant des résultats de l'analyse le fer et les 13 centièmes d'eau contenus dans le sel, j'ai trouvé que son acide est formé de :

Carbone,	42,51 ;
Azote,	46,37 ;
Hydrogène,	11,12 (1).

(1) Cette quantité d'hydrogène, presque triple de celle contenue dans l'acide hydrocyanique, est certainement beaucoup trop grande. Il serait facile de prouver qu'elle doit, *au plus*, être égale à celle de l'hydrogène dans l'acide hydrocyanique, c'est-à-dire, à 3,9 ; mais le Dr Thomson a jeté lui-même tant de doute sur son analyse, qu'il serait superflu

Le sel est par conséquent composé de :

Acide,	Fer,	15,0	45,90 ;
	matière gazeuse,	30,9	
Potasse			41,64 ;
Eau			13,00.
			100,54.

Sur *la Quantité de Pluie qui tombe annuellement à Viviers.*

(Extrait d'un Mémoire de M. Flaugerges.)

L'Observatoire de M. Flaugerges, à Viviers, est par 44°.29'.1" de latitude nord et 2°.20'.55" de longitude orientale, comptée à partir du méridien de Paris. L'élévation sur la mer est de 58 mètres (30 toises).

Dans le cours de *quarante* années, comprises entre 1777 et 1818, il est tombé à Viviers 113 pieds 3 pouces et 4 lignes d'eau. Ce nombre, divisé par 40, donne 34 pouces, à fort peu près, pour la quantité moyenne correspondante à une année.

Par une moyenne, la pluie annuelle se trouve répartie entre les différens mois, de la manière suivante :

---

de nous arrêter à en discuter les résultats. Il termine, avec raison, en invitant les chimistes à s'occuper encore du même objet.

	lignes		lignes
Janvier,	29,73;	Juillet,	22,59;
Février,	20,46;	Août,	28,17;
Mars,	23,13;	Septembre,	49,68;
Avril,	32,23;	Octobre,	56,89;
Mai,	35,17;	Novembre,	50,24;
Juin,	30,75;	Décembre,	28,76.

Dans ces quarante années, la plus pluvieuse, 1801, a fourni 48 pouces d'eau; la plus sèche a été 1779, et n'a donné que 20 pouces 7 lignes.

Si on additionne les quantités d'eau de pluie tombées chaque dix années consécutives, et que l'on divise ces sommes par dix, pour avoir la moyenne annuelle pour chacune des quatre décades d'années comprises entre 1777 et 1818, on trouvera les quantités suivantes :

Décades d'années.	Quantités d'eau de pluie tombées dans chaque décade.			Quantité moyenne annuelle de pluie.		
1778—1787	25. pieds	11. pouces	2. lignes	31. pouc.	1. lig.	1/3
1788—1797	27.	8.	3.	33.	2.	2/3
1798—1807	28.	6.	0.	34.	2.	1/3
1808—1817	31.	2.	0.	37.	4.	2/3

« On voit, par cette table, qu'il y a une augmenta-
» tion sensible dans la quantité moyenne annuelle d'eau
» de pluie à mesure qu'on s'éloigne de l'année 1778,
» époque du commencement de ces observations, et
» surtout dans la dernière décade : cette remarque ne
» s'accorde pas avec ce qu'on croit communément, que
» les pays boisés sont ceux où il pleut davantage; car,

» depuis le commencement de ces observations, et prin-
» cipalement dans les dix dernières années, on n'a cessé
» de détruire les forêts, tant sur le territoire de Viviers
» que dans tout le département de l'Ardèche, où il ne
» reste plus aujourd'hui que quelques portions de ter-
» rain couvertes de bois, très-peu considérables.

» Pendant lesdites quarante années faisant 14609 jours,
» il y a eu 3921 jours pluvieux; ce qui fait, en nombre
» rond, 98 jours pluvieux par année commune. Ces
» 3921 jours pluvieux ont été partagés entre les quatre
» décades de la manière suivante :

Décades d'années.	Jours pluvieux.	Décades d'années.	Jours pluvieux.
1778 — 1787;	830 jours.	1798 — 1807;	1062 jours.
1788 — 1797.	947.	1808 — 1817.	1082.

Le mois de novembre est celui dans lequel, durant quarante années, il est tombé de la pluie le plus fréquemment; août, au contraire, est le mois qui a offert la moindre quantité de jours pluvieux.

C'est en septembre qu'arrivent à Viviers les plus fortes pluies, c'est-à-dire, celles qui donnent la plus grande quantité d'eau dans un temps donné. Les pluies les moins abondantes correspondent au mois de décembre. Le 6 septembre 1801, il tomba à Viviers, en dix-huit heures, *treize* pouces *deux* lignes d'eau. C'est la plus forte pluie que M. Flaugergues ait observée.

A Viviers, année moyenne, le nombre de jours *sereins* est de 123, de jours *nuageux* 173, de jours abso-

lument *couverts* 69, de jours de *brouillards* 52, de jours *neigeux* 5, de jours de *grêle* 3, et de jours de *tonnerre* 24. (*Biblioth. univ.*, tome VIII, page 127).

Sur *l'Utilité des lois de la polarisation de la lumière pour manifester l'existence et la nature des systèmes cristallins.*

Par M. Biot.

On sait qu'il existe des minéraux dont la forme primitive n'a pas été jusqu'ici complètement déterminée, parce que l'on n'en a pas encore trouvé de cristaux dont les faces fussent suffisamment nombreuses et prononcées. Telle est la famille minérale désignée sous le nom de *mica*. On sait aussi que, dans certains cas, la forme extérieure, quoique existante, n'est pas un indice suffisant d'un état cristallin intérieur, parce qu'il n'est pas possible de suivre les conséquences internes de la forme par le clivage. Tel est, parmi beaucoup d'autres, le cas des cristaux de sels mélangés, récemment étudiés par M. Beudant. Il était utile d'avoir, pour ces occasions, un indice expérimental qui pût pénétrer dans l'intérieur des substances, y manifester l'existence ou la non existence du système cristallin, et montrer sa continuité ou sa discontinuité, sa variation ou sa constance. L'objet du Mémoire de M. Biot est de faire voir que l'on peut trouver un pareil indice dans les phénomènes de polarisation émanés d'axes rectilignes, tels que sont ceux que produisent les corps transparens régulièrement cristallisés. Après avoir défini ce caractère et donné les moyens de le reconnaître avec certitude, il en a fait l'application aux substances que les minéralogistes ont jusqu'à présent réunies sous le nom de *mica*, d'après l'analogie résultante de leur aspect feuilleté, et de la propriété dont

leurs feuillets jouissent de se laisser déchirer parallèlement aux côtés d'un hexagone régulier. En soumettant ces substances aux épreuves de la lumière, elles ont présenté des différences nombreuses et caractéristiques; les unes, par exemple, possèdent deux axes de forces polarisantes, les autres un seul axe; et parmi ces dernières, une seule, le mica de la vallée d'Alla en Piémont, exerce la polarisation attractive, tandis qu'elle est répulsive dans tous les autres. Ces deux grandes divisions elles-mêmes ont offert encore des différences multipliées dans l'intensité absolue des forces simples et dans les rapports d'intensité des deux axes dans les systèmes composés; de là résultait l'indication de différences internes dans la nature de ces substances, ou dans leur état d'agrégation, ou dans ces deux qualités à-la-fois. L'analyse chimique de plusieurs d'entre elles, faite par M. Vauquelin, a montré que ces différences étaient réelles. En rapprochant les compositions que ce savant chimiste a trouvées, on voit que les principes constituans sont jusqu'à présent les mêmes dans les micas de chacune des grandes divisions à un axe et à deux axes; mais ils diffèrent d'une de ces divisions à l'autre, et, dans chaque division, les mêmes principes varient, sinon par leur nature, du moins par leurs proportions. Ainsi, on trouve des micas à un axe qui contiennent jusqu'à 20 pour 100 de magnésie, tandis que les micas à deux axes jusqu'ici analysés n'en contiennent point; mais ceux-ci diffèrent entre eux par les proportions de leurs principes, lesquelles sont tout-à-fait variables, sans qu'on cesse d'y observer l'homogénéité de composition, la transparence et la continuité régulière d'un système cristallin intérieur. La plupart de ces substances n'existant pas en cristaux complets, nous ne pouvons pas savoir si leurs formes primitives offrent des différences correspondantes à cette diversité de composition et d'action sur la lumière; mais du moins il paraît que, dans les circonstances où les a formées la nature, les élémens qui les composent ont pu se réunir régulièrement, et par conséquent se combiner suivant des rapports de proportion qui semblent n'avoir rien de fixe; ce qui ne doit point sur-

prendre si l'on fait attention que beaucoup de forces étrangères, telles que la pression et l'électricité, par exemple, ont pu modifier les actions des forces chimiques, et forcer les élémens à s'unir dans des proportions différentes de celles qui seraient résultées de leur union spontanée. La famille des micas ayant été privée du caractère si important de la forme, il est peu étonnant qu'elle présente les diversités que M. Biot y a trouvées, en l'étudiant par un caractère au moyen duquel le système cristallin devenait, pour ainsi dire, visible à ses yeux. Comment les minéralogistes devront-ils la distribuer en conséquence de cette diversité? C'est une question qu'il n'a pas cru de son ressort de considérer.

Dans ce Mémoire, M. Biot a employé le système des forces polarisantes seulement comme un indice affecté par la nature du système cristallin, sans avoir besoin de supposer que ces forces fussent ou non accompagnées de celles qui produisent la double réfraction; mais d'autres recherches l'ont depuis convaincu que les forces polarisantes et les forces de double réfraction sont toujours liées les unes aux autres dans les cristaux à deux axes comme dans les cristaux à un axe, de sorte que les différences de polarisation qu'il a trouvées indiquent et nécessitent des différences correspondantes dans le mode de division des rayons doublement réfractés par ces substances.

SUR *la Nature du produit que l'on obtient en calcinant la potasse avec une substance animale.*

D'APRÈS quelques expériences rapportées dans mes *Recherches sur l'Acide prussique*, j'avais cru que l'on obtenait un cyanure de potasse en calcinant cet alcali avec une substance animale; mais je n'avais pas tardé à reconnaître que c'est réellement un cyanure de potassium qui se forme.

Si l'on combine en effet le cyanogène avec le potassium, et qu'on dissolve le produit dans l'eau, il sera

facile de s'assurer qu'il a tous les caractères de l'hydrocyanate de potasse fait directement : il sera décomposé par les acides ; mais il ne se dégagera que de l'acide hydrocyanique, et il ne se formera point d'ammoniaque.

Si, au contraire, on absorbe le cyanogène par une dissolution de potasse, et qu'on ajoute ensuite un acide, il se produira du gaz acide carbonique, de l'acide hydrocyanique et de l'ammoniaque, chacun en volume égal à celui du cyanogène employé. Les deux premiers corps s'observent immédiatement après l'addition de l'acide au cyanure de potasse : l'ammoniaque reste en combinaison avec l'acide, et pour la rendre sensible, il faut ajouter un excès de chaux.

Or, le produit de la calcination d'une substance animale avec la potasse étant dissous *froid* dans l'eau, puis traité par l'acide hydrochlorique, et enfin, par un excès de chaux, ne donne point d'ammoniaque, et paraît se comporter comme du cyanure de potassium. Il est bien important de ne point le jeter dans l'eau pendant qu'il est rouge et même chaud, parce qu'il se décompose et produit une grande quantité d'ammoniaque ; il ne faut pas non plus le laisser refroidir à l'air libre ; car je l'ai vu s'embraser plusieurs fois comme un pyrophore : enfin, il faut éviter l'eau, autant que possible, pendant la calcination de la potasse avec les substances animales.

G.-L.

RÉDUCTION *du Chlorure d'argent par l'hydrogène.*

LA méthode suivante de réduire le chlorure d'argent par l'hydrogène, due à M. Arfwedson, n'est peut-être pas suffisamment connue. Dégagez de l'hydrogène en contact avec le chlorure d'argent, en mêlant ensemble le chlorure, du zinc en limaille, de l'acide sulfurique et de l'eau, et l'argent sera réduit à l'état métallique. Le zinc est aisément dissous par un excès d'acide, et l'argent est obtenu pur après avoir été lavé.

Réduction de l'oxide d'argent par l'ammoniaque.

M. Faraday, ayant laissé une forte solution d'ammoniaque saturée d'oxide d'argent, dans un vase bien fermé pendant l'espace de trois à quatre mois, a trouvé, en l'examinant, que l'intérieur du vase était recouvert d'une couche brillante et épaisse d'argent métallique : la solution contenait encore de l'oxide, et il ne s'était point séparé d'argent fulminant. L'air du flacon était de l'azote dans un état de compression ; car, en ouvrant le flacon, le bouchon a été projeté avec force. (*Journ. of Science*, *etc.* V. 368.)

Manière de faire les feuilles de plomb en Chine.

Deux larges tuiles parfaitement unies sont couvertes, chacune d'un côté, avec du papier très-épais ; elles sont alors placées horizontalement, les deux surfaces de papier en contact. L'ouvrier, après avoir soulevé un des angles de la tuile supérieure, verse une quantité de plomb fondu suffisante pour faire une feuille, et abaissant immédiatement la tuile, il saute dessus et la presse fortement avec ses pieds : le métal s'étend ainsi en une feuille irrégulière. Pour empêcher l'oxidation du plomb, on emploie une espèce de résine nommée *dummer*.

DÉSOXIDATION *de l'Indigo dissous dans l'acide sulfurique.*

On décolore très-bien cette dissolution en y ajoutant de la limaille de zinc ou de fer : c'est l'hydrogène qui produit cet effet. Aussitôt que la dissolution incolore, ou plutôt d'une couleur grise très-pâle, a le contact de l'air, la couleur bleue reparaît. T. Holt (1).

---

(1) On savait que l'hydrogène sulfuré décolorait la dissolution sulfurique d'indigo ; mais l'hydrogène à l'état naissant réussit beaucoup mieux. (R.)

Emploi *du Camphre pour tenir un fil de platine rouge.*

Nous avons fait connaître comment on peut tenir un fil de platine incandescent au moyen de la vapeur d'alcool. Sir H. Davy a découvert que la vapeur de camphre produit un effet semblable. Mettez un morceau de camphre, ou quelques fragmens, sur un support convenable, et placez au-dessus un fil de platine roulé en spirale, chauffé au rouge; le fil deviendra aussitôt incandescent, et restera dans cet état jusqu'à ce que tout le camphre soit consumé.

Sur *le Principe colorant des Roses.*

Le Dr Clarke, le même auquel on doit la découverte du plutonium, a trouvé, dans les pétales des roses, une quantité de fer très-notable, à laquelle il attribue leur couleur. Nous ne doutons pas du fait; car où ne trouve-t-on pas du fer? Mais la conséquence qu'il en tire ne nous paraît pas évidente. On expliquerait mal, par la présence de ce métal, la couleur fugitive des roses; et d'ailleurs est-il démontré que les principes qui forment les substances végétales et animales ne peuvent former des composés colorés sans le fer ou toute autre matière métallique?

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	758,74	+22,2	74	758,52	+24,0	63	758,25	+23,1	56	759,80	+17,5	74	+24,0	+16,2	Couvert.	O.
2	760,24	+21,2	70	759,60	+22,8	58	759,00	+23,0	57	759,32	+18,0	70	+23,0	+12,7	Très-nuageux.	N. O.
3	759,80	+21,2	59	759,10	+22,8	54	758,34	+23,7	49	758,86	+19,0	62	+24,5	+10,5	Beau.	E.
4	759,93	+22,2	58	759,44	+26,0	52	758,56	+26,7	49	758,94	+23,5	54	+27,5	+13,2	Beau.	N. E.
5	759,10	+25,0	55	758,48	+29,2	48	757,60	+30,4	43	757,64	+23,0	57	+30,4	+15,0	Beau.	E.
6	757,11	+25,6	56	756,55	+30,8	45	755,45	+31,5	43	755,00	+22,8	65	+31,5	+15,2	Beau.	E.
7	755,68	+25,2	75	756,30	+28,4	69	756,20	+29,2	63	753,54	+21,4	74	+29,3	+19,6	Nuageux.	N. O.
8	759,61	+21,2	69	758,78	+23,7	61	757,52	+25,4	52	756,50	+21,4	60	+25,5	+15,2	Beau.	N. E.
9	754,82	+23,8	66	753,20	+28,5	52	752,29	+30,4	48	751,07	+24,5	70	+30,4	+17,2	Nuageux.	E.
10	752,64	+17,7	86	753,68	+21,4	83	757,70	+21,5	59	755,78	+17,5	60	+21,5	+14,2	Couvert.	N.
11	755,03	+18,2	66	758,66	+20,2	65	757,70	+21,5	59	756,78	+17,5	60	+21,5	+14,2	Légers nuages.	N.E fort
12	755,04	+18,2	66	751,48	+22,0	50	753,20	+23,2	49	754,23	+17,8	54	+23,2	+13,0	Beau.	E.N.E.f.
13	756,85	+19,2	62	756,33	+21,5	50	755,59	+22,5	46	756,41	+17,0	52	+22,5	+12,5	Beau.	E. N. E.
14	756,12	+18,5	70	755,55	+21,5	49	755,24	+22,1	53	756,05	+17,6	81	+22,1	+12,5	Nuageux.	N. E.
15	756,35	+17,2	86	756,61	+19,5	77	756,49	+21,2	65	757,95	+17,5	78	+21,2	+15,0	Très-nuageux.	N. N. O.
16	758,04	+18,1	75	758,81	+20,2	69	758,21	+21,5	60	758,91	+16,0	80	+21,5	+12,5	Couvert.	N.
17	758,54	+19,1	75	758,24	+22,9	60	757,72	+22,9	59	757,44	+15,5	73	+22,9	+11,5	Couvert.	N. O.
18	756,24	+21,2	70	755,60	+25,6	59	754,30	+25,5	54	753,38	+20,0	68	+25,6	+13,2	Nuageux.	O.
19	752,62	+13,2	87	752,88	+13,9	87	752,78	+14,8	87	754,64	+12,7	90	+14,8	+12,7	Pluie continuelle.	E.
20	758,49	+14,9	81	758,61	+16,4	71	758,98	+17,5	60	759,85	+13,9	79	+17,5	+10,4	Couvert par momens.	O. N. O.
21	759,20	+17,7	66	758,88	+18,4	55	758,32	+19,1	57	758,00	+13,5	81	+19,1	+12,5	Couvert.	O.
22	757,68	+15,2	79	757,55	+16,9	56	757,28	+17,8	53	759,44	+12,7	80	+17,7	+11,2	Nuageux.	N. O.
23	761,58	+15,5	74	761,76	+17,0	60	761,84	+17,2	57	763,30	+12,5	79	+17,6	+10,7	Eclaircis.	N. O.
24	763,81	+17,8	64	763,18	+19,0	55	761,75	+21,2	49	761,54	+16,2	75	+21,2	+ 8,7	Nuageux.	N. O.
25	761,69	+18,4	73	761,11	+21,2	62	760,04	+21,4	53	760,02	+16,2	79	+21,4	+13,5	Très-nuageux.	N. N. O.
26	759,56	+16,4	76	759,02	+19,4	60	758,60	+18,9	66	757,80	+13,6	83	+19,4	+12,6	Couvert.	O.
27	756,45	+17,4	79	755,88	+19,5	65	755,16	+20,2	63	755,02	+17,2	67	+20,2	+11,5	Très-couvert.	O.
28	753,37	+19,1	85	753,51	+22,6	72	753,50	+24,2	60	756,86	+18,4	74	+24,2	+15,2	Quelques gout. d'eau	S. O.
29	759,98	+19,2	73	760,16	+24,2	60	759,32	+23,2	62	758,75	+17,0	77	+24,2	+16,6	Très-nuageux.	O. S. O.
30	757,08	+23,0	69	756,45	+25,7	62	755,82	+24,6	65	757,42	+17,2	77	+25,9	+11,5	Nuageux.	O.
31	758,38	+19,6	78	757,20	+23,5	63	754,50	+25,5	56	753,06	+21,0	70	+25,6	+11,1	Légères vapeurs.	N. N. O.
1	757,76	+22,5	67	757,36	+25,8	58	757,09	+26,5	52	757,24	+20,9	64	+26,8	+14,9	Moyennes du 1 au 10.	
2	756,33	+17,8	74	756,58	+20,4	64	756,02	+21,3	59	756,55	+16,6	71	+21,3	+12,7	Moyennes du 11 au 20.	
3	758,98	+18,1	74	758,61	+20,7	61	757,83	+21,2	58	758,30	+15,9	76	+21,5	+12,3	Moyennes du 21 au 31.	
	757,73	+19,4	72	757,55	+22,2	61	757,01	+22,9	56	757,40	+17,7	71	+23,1	+13,3	Moyennes du mois + 18,2.	

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DU HUITIÈME VOLUME.

MERCURE SULFURÉ.

Primitif. Fig. 1.

Prismatique. Fig. 2.

Octoduodécimal. Fig. 3.

Progressif. Fig. 4.

Mixtiunibinaire. Fig. 5.

Bibisalterne. Fig 6.

Fig. 7.

